

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

Институт архитектуры, строительства и энергетики

ДНИ НАУКИ СТУДЕНТОВ ИАСЭ – 2016, 2017

Материалы научно-технических конференций

*28 марта – 15 апреля 2016 г.*

*1 марта – 31 марта 2017 г.*

*Владимир*



Владимир 2017

УДК 624.01

ББК 38.11

Д54

### Редакционная коллегия

**С. Н. Авдеев**, к. техн. н. директор ИАСЭ

**Н. П. Бадалян**, д-р техн. н., профессор

**Е. Е. Бирюкова**, к. филос. н. зав. кафедрой архитектуры

**Б. Г. Ким**, д-р техн. н., профессор

**Л. Е. Кондратьева**, к. техн. н., доцент (*отв. редактор*)

**Ю. Т. Панов**, д-р техн. н., профессор

**С. И. Рощина**, д-р техн. н., профессор

**Э. Ф. Семехин**, к. техн. н. профессор кафедры АД

**В. И. Тарасенко**, к. техн. н. профессор кафедры ТГВиГ

**В. В. Филатов**, д-р г.-м. н., профессор

Печатается по решению редакционно-издательского совета ВлГУ

Д54 **Дни науки студентов ИАСЭ – 2016, 2017** : материалы науч.-техн. конф., 28 марта – 15 апр. 2016 г., 1 марта – 31 марта 2017 г., Владимир / Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых ; Ин-т архитектуры, стр-ва и энергетики. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2017. – 360 с. – ISBN 978-5-9984-0834-2.

Представлены материалы ежегодных научно-технических конференций студентов Института архитектуры, строительства и энергетики в рамках «Дней науки студентов ВлГУ». Приведены наработки в сфере архитектурного проектирования, разработки в области строительных конструкций, новых строительных материалов, технологий производства строительных работ, расчетов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость, а также в сферах строительства автодорог, строительства и эксплуатации инженерных коммуникаций, энергообеспечения зданий и сооружений.

Представляют интерес для студентов, магистрантов, аспирантов архитектурно-строительных специальностей, преподавателей архитектурно-строительных институтов и специалистов-практиков данных отраслей.

УДК 624.01

ББК 38.11

ISBN 978-5-9984-0834-2

© ВлГУ, 2017

# СОДЕРЖАНИЕ

## Кафедра «Архитектура»

Акимова Е.А., студент, к.а, доцент Труфанова И.В. <b>ОСОБЕННОСТИ РАСПОЛОЖЕНИЯ СТОЛИЧНОГО ГОРОДА НА ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ КАРТЕ МИРА</b> .....	16
Амрджоян К.Д., студент, к.а, доцент Труфанова И.В. <b>ПРОПОРЦИИ ПАНТЕОНА В РИМЕ И ХРАМА СВЯТОЙ СОФИИ В КОНСТАНТИНОПОЛЕ</b> .....	20
Баасангарав Т., студент, доцент Черепушкина А.А. <b>ВЫСОТНЫЕ ПОСТРОЙКИ ТРАМПА</b> .....	23
Гуляев С.А., студент, доцент Черепушкина А.А. <b>ПАРНЫЕ КОМПОЗИЦИИ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ</b> .....	25
Гусарова М.Э., студент, доцент Черепушкина А. А. <b>ВЫСОТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ</b> ...	28
Кириянов Д.В., студент, к.т.н., доцент Еропов Л.А. <b>ЭКСПЛУАТИРУЕМАЯ КРОВЛЯ</b> .....	30
Куликова Е.С., студент, к.т.н., доцент Еропов Л.А. <b>КОНСТРУКЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ VAUBOTANIC (БАУБОТАНИК)</b> .....	33
Курбанова Ю.И., студент, доцент Черепушкина А.А. <b>11 ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ НЬЮ-ЙОРКА</b> .....	35
Лопатин А.Р., студент, доцент Черепушкина А.А. <b>ВЫСОТКИ НОРМАНА ФОСТЕРА</b> .....	47
Моисеева Т.Ю., студент, к.т.н., доцент Еропов Л.А. <b>ЗАЩИТНО-ДЕКОРАТИВНЫЕ ФУНКЦИИ ФАСАДОВ</b> .....	50
Моисеева Т.Ю., студентка, доцент Черепушкина А. А. <b>САМЫЕ ВЫСОКИЕ ЗДАНИЯ КОНТИНЕНТОВ</b> .....	54

Орлова И.М., студент, ст. преподаватель Богомазова В.В.  
**ЧТО ТАКОЕ ИСКУССТВО В ПОНИМАНИИ ПАВЛА ФИЛОНОВА..... 56**

Роголина А.Р., студент, к.т.н., доцент Еропов Л.А.  
**НОВЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АРХИТЕКТУРНОМ  
РЕШЕНИИ ФАСАДОВ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ ..... 60**

### **Кафедра «Автомобильные дороги»**

Агашин А.О., магистрант, доцент, к.т.н. Самойлова Л.И.  
**ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА..... 64**

Аськин Д.А., магистрант, доцент, к.т.н. Самойлова Л.И.  
**ПРИРОДООХРАННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ  
ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОД ..... 70**

Баранов С.Н., студент, к.т.н., доцент Вихрев А.В.  
**АРМИРОВАНИЕ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ  
ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИМИ МАТЕРИАЛАМИ..... 75**

Ефремова К.Р., магистрант, к.т.н., доцент Проваторова Г.В.  
**ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДОРОЖНЫХ  
ОРГАНИЗАЦИЯХ ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ ..... 78**

Фомин С.С., магистрант, к.т.н., доцент Самойлова Л.И.  
**ПРИРОДООХРАННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ  
ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА..... 81**

Шульпина А.В., магистрант, к.т.н., доцент Проваторова Г.В.  
**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ РАБОТЫ СЛУЖБЫ  
НЕГОСУДАРСТВЕННОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ ПРОЕКТНОЙ  
ДОКУМЕНТАЦИИ В ОБЛАСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА ..... 83**

Ямкин П.М., магистрант, к.т.н., доцент Проваторова Г.В.  
**ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ  
СИСТЕМ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ЗНАЧЕНИЯ ..... 85**

## **Кафедра «Строительные конструкции»**

Баганов Д.А., студент, ассистент Грибанов А.С. <b>РАСЧЕТ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ ROBOT STRUCTURAL.....</b>	92
Баранова Т.А., студент, к.т.н., доцент Репин В.А. <b>ПРОЕКТ ДОМА КУЛЬТУРЫ В Г. ВЛАДИМИРЕ .....</b>	95
Березина Е.А., студент, к.т.н., доцент Репин В.А. <b>ИСТОРИЧЕСКИЙ ОБЗОР ПРИМЕНЕНИЯ АРБОЛИТА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ .....</b>	98
Бибик А.А., студент, к.т.н., доцент Лисятников М.С. <b>ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ .....</b>	101
Васильева Е.А., студент, к.т.н., доцент Лукин М.В. <b>КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОНАРЕЙ ОБЩЕСТВЕННЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ.....</b>	103
Волкова Е.П., студент, к.т.н., доцент Попова М.В. <b>ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННЫЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ.....</b>	107
Волкова Е.П., студент, к.т.н., доцент Репин В.А. <b>ПРОЕКТ ЛЕДОВОГО ДВОРЦА В Г. СУДОГДЕ ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛ. ....</b>	109
Григорович В.М., студент, к.т.н., доцент Попова М.В. <b>КОНСТРУКЦИОННЫЕ ПЛАСТМАССЫ.....</b>	112
Денисова К.А., студент, к.т.н., доцент Лукина А.В. <b>ОПТИМИЗАЦИЯ КОМПОНОВОЧНЫХ РЕШЕНИЙ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ .....</b>	115
Елистратов Г.С., студент, к.т.н., доцент. Лисятников М.С. <b>КРАТКИЙ ИСТОРИЧЕСКИЙ ОБЗОР РАЗВИТИЯ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ .....</b>	119

Ерохин О.А., студент, к.т.н., доцент Лукин М.В. <b>ОСОБЕННОСТИ УСИЛЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ПОМОЩИ СТЕКЛОТКАННЫХ И УГЛЕРОДНЫХ МЕТЕРИАЛОВ .....</b>	121
Зайцев В.В., студент, к.т.н., доцент Лисятников М.С. <b>ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННЫЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ.....</b>	123
Золин С.В., бакалавр, к.т.н., доцент Лукин М.В. <b>ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ КОНСТРУКЦИИ НАРУЖНЫХ СТЕН ЦЕХА ПО ПРОИЗВОДСТВУ ЗАПОРНОЙ АРМАТУРЫ В Г. ГУСЬ-ХРУСТАЛЬНОМ ПО АДРЕСУ УЛ. ТРАКТОРНАЯ, Д. 57 ..</b>	126
Карлов А.А., студент, ассистент Кардаш Е.В. <b>КОНСТРУКЦИИ ИЗ ЖИВОГО ДЕРЕВА.....</b>	128
Клещунова А.М., студент, к.т.н., доцент Лисятников М.С. <b>РЕКОНСТРУКЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО КОРПУСА В Г.ЖУКОВСКОМ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ .....</b>	131
Князев А.А., студент, к.т.н., доцент Сергеев М.С. <b>ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОБЛОКА В ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ .</b>	133
Козлова Н.П., студент, ассистент Кардаш Е.В. <b>ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ И ТЕНТОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ .....</b>	135
Краснова А.Н., студент, к.т.н., доцент Яшкова Т.Н. <b>ПРОБЛЕМЫ ИНСОЛЯЦИИ В УСЛОВИЯХ ПЛОТНОЙ ЗАСТРОЙКИ.....</b>	137
Кречко Ю.В., студент, к.т.н., доцент Лукин М.В. <b>ПРОЕКТ МЯСОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ЦЕХА В Г.АЛЕКСАНДРОВЕ ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ .....</b>	140
Кошечев А.А., магистрант, к.т.н., доцент Лукин М.В. <b>ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕРЕВЯННЫХ БАЛОК, АРМИРОВАННЫХ СТАЛЬНОЙ КАНАТНОЙ АРМАТУРОЙ ПО ОРИГИНАЛЬНОЙ КРИВОЛИНЕЙНОЙ ТРАЕКТОРИИ .....</b>	143

Кудрявцева А.А., студент, к.т.н., доцент Сергеев М.С. <b>ОСОБЕННОСТИ РАСЧЁТА РАМ ИЗ СВАРНЫХ ДВУТАВРОВЫХ ПРОФИЛЕЙ</b> .....	145
Кузнецова М.С., студент, к.т.н., доцент Яшкова Т.Н. <b>СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ФАСАДНОГО ОСТЕКЛЕНИЯ ЗДАНИЙ</b> .....	148
Курилов А.П., студент, к.т.н., доцент Грязнов М.В. <b>ВИДЫ И СПОСОБЫ УСИЛЕНИЯ БУТОВЫХ ФУНДАМЕНТОВ...</b>	151
Лазарев А.Е., студент, к.т.н., доцент Лисятников М.С. <b>СТРОИТЕЛЬСТВО СПОРТИВНОГО КОМПЛЕКСА В Г. АБАКАНЕ</b> .....	153
Лапшин В.Е., студент, ассистент Кардаш Е.В. <b>КОМПОЗИТНАЯ АРМАТУРА – БУДУЩЕЕ СТРОИТЕЛЬСТВА ...</b>	156
Макарова А.Л., студент, ассистент Кардаш Е.В. <b>АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ СВЕРХТОНКОГО ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО ПОКРЫТИЯ (КТП) ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СТЕН ПРИ КАПРЕМОНТЕ ФАСАДОВ</b> .....	158
Малафеева П.И., студент, ассистент Кардаш Е.В. <b>ИЗГОТОВЛЕНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ДЕРЕВА И ПЛАСТМАСС</b> .....	160
Морозов Д.Е., студент, к.т.н., доцент Яшкова Т.Н. <b>ОСВЕЩЕНИЕ СТАНЦИЙ МЕТРО</b> .....	163
Морозов Д.Е., студент, к.т.н., доцент Попова М.В. <b>ПРОЕКТ ТОРГОВОГО КОМПЛЕКСА ПО УЛ. КОМСОМОЛЬСКАЯ В Г. КОВРОВЕ</b> .....	166
Муркин В.В., студент, к.т.н., доцент Лукин М.В. <b>ПРОЕКТ ТОРГОВОГО ЦЕНТРА В Г. ВЛАДИМИРЕ, МКР. ЮРЬЕВЕЦ</b> .....	168
Нармания Н.Э., студент, д.т.н., профессор Рощина С.И. <b>16-ЭТАЖНЫЙ ДВУХСЕКЦИОННЫЙ ЖИЛОЙ ДОМ В Г.ВЯЗНИКИ ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ</b> .....	171

Нестеров В.В., студент, к.т.н., доцент Лукина А.В. <b>ПОРЯДОК ПЕРЕДАЧИ ГЕНЕРАЛЬНОМУ ПОДРЯДЧИКУ ПРОЕКТНОЙ И РАБОЧЕЙ ДОКУМЕНТАЦИИ .....</b>	173
Пономарева Л.П., студент, к.т.н., доцент Попова М.В. <b>ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ СТРУКТУРНЫХ СИСТЕМ.....</b>	176
Романович А.Н., студент, к.т.н., доцент Репин В.А. <b>ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО КУПОЛА СО ВСТРОЕННЫМ ПЕРЕКРЫТИЕМ .....</b>	179
Романович А.Н., студент, к.т.н., доцент Попова М.В. <b>РАБОТА И РАСЧЕТ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОБОЛОЧЕК .....</b>	182
Румянцева Е.А., студент, к.т.н., доцент Лукин М.В. <b>ПРОЕКТ ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ С АДМИНИСТРАТИВНО- БЫТОВЫМИ ПОМЕЩЕНИЯМИ В Г. ВЛАДИМИРЕ .....</b>	184
Сахарова А.Н., студент, к.т.н., доцент Репин В.А. <b>ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ПО РЕКОНСТРУКЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ ПОД МНОГОЯРУСНЫЕ АВТОПАРКИНГИ.....</b>	186
Сергеев М.С., студент, д.т.н., профессор Рощина С.И. <b>ИССЛЕДОВАНИЕ ВОПРОСОВ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ИЗ ТЕПЛОЭФФЕКТИВНОГО БРУСА.....</b>	189
Стрекалкин А.А., студент, к.т.н., доцент Сергеев М.С. <b>ПРОЕКТ ДВУХЭТАЖНОГО МОТОСАЛОНА В Г. ВЛАДИМИРЕ ..</b>	193
Стронов А.В., студент, к.т.н., доцент Лукин М.В. <b>ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО ВАРИАНТА ТИПА ФУНДАМЕНТА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СКЛАДСКОГО ТЕРМИНАЛА В Г. ВЛАДИМИРЕ .....</b>	195
Титов Н.Д., студент, к.т.н., доцент Лукин М.В. <b>ОСОБЕННОСТИ МАТЕРИАЛОВ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХСЯ ДЛЯ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ВИСЯЧИХ ПОКРЫТИЙ.....</b>	197



Чачко Б.Г., студент, к.т.н., доцент Лисятников М.С.  
**ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ НАУКИ** ..... 199

Шабардина Н.Д., студент, к.т.н., доцент Яшкова Т.Н.  
**НОВЕЙШИЕ ТЕХНОЛОГИИ УМНОГО ДОМА** ..... 201

Щетников К.В., студент, д.т.н., профессор Рощина С.И.  
**ПРИМЕНЕНИЕ АРОЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ  
ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ** ..... 204

### **Кафедра «Сопротивление материалов»**

Баранова Т.А., Устинова Е.А., студенты, к.т.н., доцент Кондратьева Л.Е.  
**ОПАСНОСТИ МГНОВЕННО ИЗМЕНЯЕМЫХ СИСТЕМ** ..... 208

Козлова П.Б., студент, к.т.н., доцент Кондратьева Л.Е.  
**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ОЧЕРТАНИЯ ОСИ ТРЕХШАРНИРНОЙ  
АРКИ НА ВНУТРЕННИЕ УСИЛИЯ** ..... 210

Мартынов В.А., студент, к.т.н., доцент Кондратьева Л.Е.  
**РАСЧЕТНЫЙ ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС STARK**..... 212

Маслова Г.Ю., студент, к.т.н., доцент. Маврина С.А.  
**О НЕОБХОДИМОСТИ УЧЕТА РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ  
ГРУНТОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ**..... 215

Медведев Е.К., студент, к.т.н., доцент Маврина С.А.  
**К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПОЛОЖЕНИЯ ЛИНИИ РАЗДЕЛА  
МАТЕРИАЛОВ ДВУХСЛОЙНОЙ БАЛКИ** ..... 218

Нестеров В.В., Бидзиля С.А., студенты, к.т.н., доцент Кондратьева Л.Е.  
**О РАСЧЕТЕ ФАХВЕРКОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ**..... 221

Шевченко В.А., Кузнецова М.С., Руденко В.О., студенты, к.т.н., доцент  
Маврина С.А.  
**РАСЧЕТ ЛЕСТНИЦЫ НА ЖЕСТКОСТЬ И ПРОЧНОСТЬ** ..... 224

Шендерева Д.В., студент, к.т.н., доцент Маврина С.А.  
**ОБЗОР МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ МОМЕНТОВ,  
ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ ПРОКЛАДКЕ ТРУБ** ..... 227

## **Кафедра «Строительное производство»**

- Клещевич Н.О., студент, к.т.н., доцент Семенов А.С.  
**ПРОБЛЕМЫ В СИСТЕМАХ ВЕНТИЛЯЦИИ  
И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ** ..... 232
- Лобанова А.А., студент, к.т.н., доцент Семенов А.С.  
**Герметичность внутренних газопроводов жилых  
домов**..... 235
- Никольский А.В., студент, к.т.н., доцент Семенов А.С.  
**Аварийность АГНКС и риски, связанные  
с использованием газомоторного топлива** ..... 237
- Основина Т.В., студент, к.т.н., профессор Закревская Л.В.  
**Аммониты и их влияние на четвертичные  
отложения** ..... 240
- Пискарева М.Н., студент, к.т.н., доцент Семенов А.С.  
**Системы дымоотведения в наши дни** ..... 242
- Ушакова Н.А., К.А. Денисова К.А. студенты, к.т.н.,  
профессор Закревская Л.В.  
**Добавки карбонатных пород в строительные  
композиционные материалы** ..... 245

## **Кафедра «Теплогазоснабжение, вентиляция и гидравлика»**

- Андреева К.А., Мартынов В.Д., студенты, к.т.н., доцент Дорофеев В.Н.  
**Значение и технико-экономическая эффективность  
тепловой изоляции и антикоррозийной защиты  
трубопроводов и оборудования в системах ТГС** ..... 250
- Белов Р.А., студент, к.т.н., доцент Мельников В.М.  
**Актуализация системы теплоснабжения  
в пос. Красная Горбатка на ул. Профсоюзная** ..... 253
- Вьюнов Д.А., студент, к.т.н., доцент Угорова С.В.  
**Теплоизоляция воздухопроводов** ..... 256

Еремина М.О., студент, к.т.н., профессор Тарасенко В.И. <b>ВЕТРЯНАЯ ЭНЕРГИЯ ВО ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ</b> .....	258
Еремина М.О., студент, к.т.н., доцент Мельников В.М. <b>ТЕПЛОВЫЕ НАГРУЗКИ АО ВНИИ «СИГНАЛ»</b> .....	261
Захаров А.С., студент, к.т.н., доцент Угорова С.В. <b>ПРИТОЧНЫЕ КЛАПАНЫ</b> .....	264
Калоянов А.С., студент, к.т.н., доцент Зуев К.И. <b>ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ</b> .....	267
Коноплев С.М., магистрант, к.т.н., доцент Стариков А.Н. <b>СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ НОРМИРОВАНИЯ РАСХОДОВ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ И ТОПЛИВА</b> .....	270
Коршаков А.В., студент, к.т.н., профессор Тарасенко В.И. <b>РЕГУЛЯТОР ДАВЛЕНИЯ ГАЗА ПРЯМОТОЧНЫЙ РДП-50 В</b> .....	273
Кузнецова К.А., студент, к.т.н., доцент Дорофеев В.Н. <b>РАСЧЕТ И ДИАГНОСТИКА ПРОЧНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ КОТЛОВ</b> .....	275
Лапина Т.И., студент, доцент Гаврилов М.В. <b>ИНДИВИДУАЛЬНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ТЕПЛООТДАЧИ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ</b> .....	278
Лапшин Д.С., студент, к.т.н., доцент Угорова С.В. <b>ВЕНТИЛЯЦИЯ В ГАРАЖНЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ</b> .....	280
Лапшин Д.С., студент, к.т.н., доцент Дорофеев В.Н. <b>ВНУТРИКОТЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ</b> .....	283
Лапшин Д.С., студент, доцент Гаврилов М.В. <b>ПЛАСТИНЧАТЫЕ ВОДОНАГРЕВАТЕЛИ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В СИСТЕМАХ ОТОПЛЕНИЯ</b> .....	285
Мальшева Е.В., студент, к.т.н., профессор Тарасенко В.И. <b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОПЛИВА ИЗ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОТХОДОВ И ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА НА ТЕРРИТОРИИ ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ</b> .....	288

Малышева Е.В., магистрант, к.т.н., доцент Стариков А.Н. <b>ПРИБОРЫ ДЛЯ БЕСКОНТАКТНОЙ ТЕРМОМЕТРИИ</b> .....	291
Маресьева Н.А., студент, к.т.н., профессор Тарасенко В.И. <b>ТОРФЯНАЯ ЭНЕРГИЯ В ГУСЬ-ХРУСТАЛЬНОМ РАЙОНЕ</b> .....	294
Минина М.С., студент, к.т.н., доцент Зуев К.И. <b>АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ОТОПЛЕНИЯ ЗДАНИЯ</b> .....	297
Полякова О.Г., студент, к.т.н., доцент Мельников В.М. <b>СЕТИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА Г. ДМИТРОВА</b> .....	300
Семенов Р.И., студент, к.т.н., профессор Тарасенко В.И. <b>РДП-50В – РЕГУЛЯТОР ДАВЛЕНИЯ ГАЗА ПРЯМОТОЧНОЙ КОНСТРУКЦИИ С ВЫСОКИМ ВЫХОДНЫМ ДАВЛЕНИЕМ</b> .....	303
Сокров Р.Ш., магистрант, к.т.н., доцент Стариков А.Н. <b>МЕТОДОЛОГИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЭНЕРГОАУДИТА ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМЫ ИЗ ДВУХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ</b> .....	306
Тишкова М.А., студент, к.т.н., профессор Тарасенко В.И. <b>КОМПРИМОВАННЫЙ ГАЗ ВО ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ</b> .....	309
Филиппов С.В., студент, к.т.н., доцент Дорофеев В.Н. <b>ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ОТОПЛЕНИЯ В ЖКХ</b> .....	312
Филиппов А.В., студент, к.т.н., доцент Угорова С.В. <b>ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В СИСТЕМАХ ВЕНТИЛЯЦИИ ТОРГОВЫХ ЦЕНТРОВ</b> .....	315
Хлыстова Е.В., студент, к.т.н., профессор Тарасенко В.И. <b>РЕГУЛЯТОР ДАВЛЕНИЯ ТИПА РДГ-50-Н(В)</b> .....	317
Хлыстова Е.В., студент, к.т.н., доцент Мельников В.М. <b>ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ ТОРГОВОГО ЦЕНТРА В ОКТЯБРЬСКОМ РАЙОНЕ Г. РЯЗАНИ</b> .....	319

Хоботов Е.А., студент, к.т.н., доцент Угорова С.В.  
**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАНАЛЬНЫХ ВЕНТИЛЯТОРОВ  
В ПРИТОЧНЫХ И ВЫТЯЖНЫХ СИСТЕМАХ ВЕНТИЛЯЦИИ ..... 321**

Хоботов Е.А., студент, к.т.н., доцент Дорофеев В.Н.  
**ПРИМЕНЕНИЕ КОТЛОВ С КИПЯЩИМ СЛОЕМ  
НА ПРОМЫШЛЕННЫХ И КОММУНАЛЬНЫХ ОБЪЕКТАХ ..... 323**

Шевченко В.А., студент, к.т.н., доцент Дорофеев В.Н.  
**ФОРМИРОВАНИЕ ИНЖЕНЕРНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ  
ГОРОДА ..... 326**

### **Кафедра «Химические технологии»**

Большакова К.О., студент, к.т.н., доцент Пикалов Е.С.  
**ЭКОЛОГИЧНОСТЬ И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ  
ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ФИТИНГОВ ИЗ ПОЛИЭТИЛЕНА ..... 330**

Дроздова М.Г., студент, старший преподаватель Синявин А.В.  
**КИНЕТИКА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКОГО  
ОЛИГОМЕРА С ОЛИГОМЕРАМИ, СОДЕРЖАЩИМИ  
УРЕТАНОВЫЕ ГРУППИРОВКИ ..... 333**

Лебезова В.В., студент, к.т.н., доцент Пикалов Е.С.  
**ЭКОЛОГИЧНОСТЬ И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ  
ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КОМПЛЕКТУЮЩИХ ДЛЯ СТИРАЛЬНЫХ  
МАШИН ИЗ АБС-ПЛАСТИКА ..... 336**

Шишонкова Т.А., студент, к.т.н., доцент Пикалов Е.С.  
**ЭКОЛОГИЧНОСТЬ И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ  
ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ИЗДЕЛИЙ ИЗ СТЕКЛОВОЛОКНИТОВ..... 338**

### **Кафедра «Электротехника и электроэнергетика»**

Аграфенин Е.А., студент, к.т.н., доцент Андрианов Д.П.  
**ГАРМОНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПЕРЕХОДНОГО ПРОЦЕССА  
В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ С ИЗМЕНЯЮЩИМИСЯ  
ПАРАМЕТРАМИ ..... 342**

Гулёнкин В.С., студент, к.т.н., доцент Шмелёв В.Е. <b>МЕТОД КУСОЧНО-КВАДРАТИЧНОЙ ИНТЕРПОЛЯЦИИ ТАБЛИЧНО ЗАДАННОЙ ФУНКЦИИ С НЕПРЕРЫВНОЙ ПЕРВОЙ ПРОИЗВОДНОЙ, ОСНОВАННЫЙ НА ЛИНЕЙНОМ КОМБИНИРОВАНИИ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПАРАБОЛ.....</b>	345
Елисеев А.А., студент, д.т.н., профессор Шахнин В.А. <b>ОПТИЧЕСКИЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ...</b>	348
Калякин И.А., студент, к.т.н., доцент Андрианов Д.П. <b>ПРЕДСТАВЛЕНИЕ КАРТОГРАММЫ НАГРУЗКИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕПРИЯТИЯ В ФОРМЕ 3D-ГИСТОГРАММЫ .....</b>	352
Капков А.С., студент, д.т.н., профессор Шахнин В.А. <b>СОВРЕМЕННЫЙ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЙ ЖИЛОЙ ДОМ.....</b>	354
Соловьёва С.Г., студент, к.т.н., доцент Колесник Г.П. <b>ПРОДОЛЬНАЯ КОМПЕНСАЦИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ КОРОТКОЙ СЕТИ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ ПЕЧИ .....</b>	357

**КАФЕДРА «АРХИТЕКТУРА»**

## ОСОБЕННОСТИ РАСПОЛОЖЕНИЯ СТОЛИЧНОГО ГОРОДА НА ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ КАРТЕ МИРА

Акимова Е.А., студентка  
канд. а., доцент Труфанова И.В.

Начало градостроения в Северо-Восточной Руси связано с завоеванием киевскими князьями поселений языческих племен и строительством на их месте христианских храмов, городских крепостных стен с проездными воротами. Возникает вопрос, каким образом князья ориентировались на необъятных просторах, выбирая то или иное место для основания столицы и подвластных ей городов? Известна карта мира II в. древнегреческого географа, астронома Птолемея и более позднего времени глобус 1492 г. немецкого географа, путешественника Бехайма. Но, как говорится, «Гладко только на бумаге...». С берега реки Оки из самого древнего Муром (рис.1,а,б,в), кроме линии горизонта и непроходимых лесов, ничего не увидишь.

Реки, транспортные «артерии» - ориентиры для киевских князей, на карте соприкасались с меридианами – географическими вертикалями. Киев, столица древнерусского государства IX –XI вв., расположен на реке Днепр. Точка города на карте совпадает с меридианом (север-юг) восточной долготы  $30^{\circ} 28'$  (рис.1,г). Ранее на меридиане  $29^{\circ} 55'$  в южном направлении от Киева в IV веке до н.э. Александр Македонский основал в дельте реки Нил Александрию Египетскую. Эта река являлась географическим ориентиром в мировом пространстве в направлении юг (исток) - север (дельта). С небольшим отклонением на меридиане долготы  $28^{\circ} 57'$  римский император Феодосий в V веке возвел городские крепостные стены с Золотыми воротами на месте будущей столицы христианского мира Константинополя. В северном направлении от Киева в начале XVIII века царь Петр I заложил новую столицу Санкт-Петербург. На картах Российской империи меридиан восточной долготы  $30^{\circ}$  до начала XX века использовался в качестве нулевого меридиана для отсчета географических долгот [3].

Вторая особенность расположения этих столиц на карте мира выражается в том, что расстояния между Константинополем, Киевом и С.-Петербургом отличаются ненамного. Аналогичное линейное расположение городов древнерусского государства на меридиане восточной долготы  $40^{\circ}$ :



Ярославля, Владимира, Рязани (рис.1,г). Владимир находится на реке Клязьме посередине расстояния между двумя крупными реками Волгой и Окой. На их берегах князья основали Ярославль (север) и Рязань (юг).

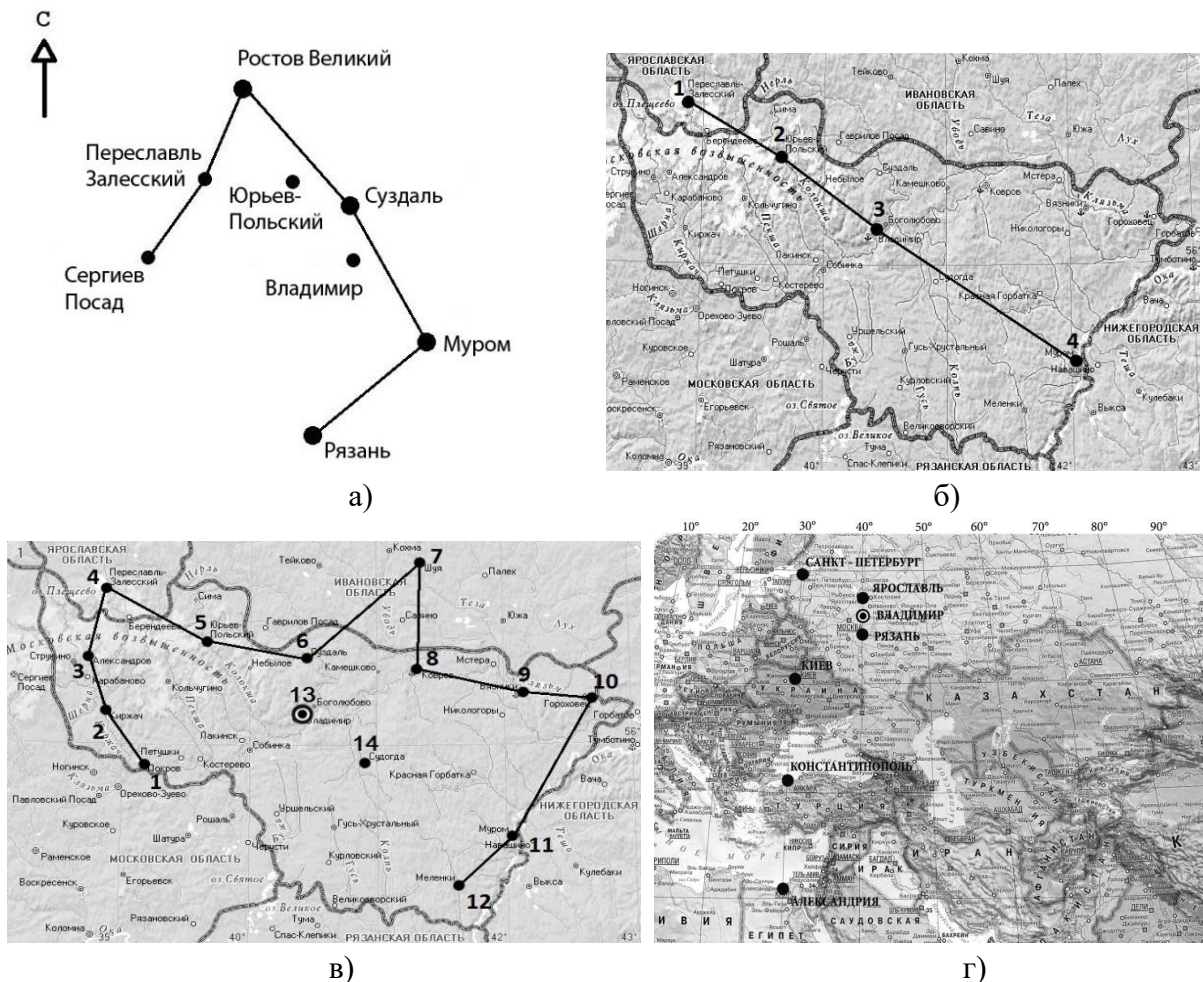


Рис.1.Схемы расположения городов на карте: а) - Муромо-Рязанского княжества и Ростово-Суздальского; б) -Владими́ро-Суздальского княжества на карте Владимирской и Ярославской областей, 1 - Переславль-Залесский, 2 - Юрьев-Польский, 3 - Владимир, 4 - Муром; в) Владимирской губернии, 1 – Покров, 2 - Киржач, 3 - Александров, 4 - Переславль-Залесский, 5 - Юрьев-Польский, 6 - Суздаль, 7 - Шуя, 8 – Ковров, 9 - Вязники, 10 - Гороховец, 11 - Муром, 12 - Меленки, 13 - Владимир, 14 - Судогда [1,2,3,4]; г) - слева, сверху вниз: Санкт-Петербург, Киев, Константинополь, Александрия [4,5,6]; справа: Ярославль, Владимир, Рязань.

Почти то же самое расстояние в юго-западном направлении до Москвы (180 км). Владимир согласно своему столичному статусу занимал центральное положение на географической карте по отношению к другим городам Северо-Восточной Руси до того времени, когда центр управления

государством переместился в сторону Европы, в Москву – столицу с XIV века. Владимирские Золотые ворота городской стены были точкой отсчета расстояния до Москвы. Примерно одинаковые расстояния между Муромом и Рязанью Муромо-Рязанского княжества, Ростовом Великим и Суздаlem Ростово-Суздальского княжества (рис.1,а).

Столица Владимиро-Суздальского княжества Владимир располагалась посередине прямой линии на карте между Муромом (137 км) и Переяславлем-Залесским (рис.3,б). Они находились на одинаковом расстоянии от административного центра управления в пределах 200 верст, примерно 200 км. Известны примеры в истории градостроения зарубежных стран, когда выдерживали дистанцию между городами равную 100 км [7]. Этот размер и 100 м, длина квартала (например, во Владимире), являлись модулями и использовались при строительстве и реконструкции городов.

Третья особенность расположения городов - трассировка главных улиц Владимира по направлениям двух пересекающихся транзитных дорог мирового масштаба юго-северного и западно-восточного направлений. Север, как известно, определяли по расположению Полярной звезды. Вдоль улицы, части транзитной дороги на Москву и Нижний Новгород, строили храмы. Алтари указывали направление на восток (восход солнца), главный вход на запад (закат солнца). Через Золотые ворота с главной улицы выезжали в сторону Москвы и Константинополя, а через Серебряные ворота в Нижний Новгород и Волжскую Булгарию. Через южные Волжские и северные Иренины ворота крепостной стены Владимира проходила транзитная дорога из городов южного направления Рязани и Мурома, на север в города Юрьев-Польский, Переяславль-Залесский, Ярославль, Ростов Великий. Они в XII веке находились на территории Владимиро-Суздальского княжества. Далее дорога шла на Новгород Великий.

Таким образом, в результате изучения исторического опыта градостроения выяснилось следующее. 1 - при выборе места закладки Владимира и других древних городов учитывался прием линейного расположения на меридиане географической карты мира православных Константинополя и Киева. Округление значений  $30^\circ$  и  $40^\circ$  вызвано мелким масштабом карты 1:25000000 [5]. 2 - соблюдалась одинаковая удаленность городов друг от друга или по отношению к административному центру управления. Расстояния между Константинополем, Киевом и Владимиром примерно 1000 км. 3 – север-юг и запад-восток были главными

ориентирами для трассировки улиц, через которые проходили транзитные дороги в подчиненные Владимиру города и соседние государства. 4 - берег Клязьмы, также, как и берег Мраморного моря в Константинополе, определил линейное развитие планировочной структуры города и главной улицы с Золотыми воротами в западно-восточном направлении. 5 - путеводная Полярная звезда, указывающая север; движение солнца по небосклону (восток-запад) и большие реки служили ориентирами в пространстве для создателя первой карты мира, основателей городов царя Македонии (в восточном направлении от Александрии в Египте), римских легионеров (в северном от Рима), киевских князей (в северо-восточном от Киева). Географическое положение отразилось в названии «Северо-Восточная Русь» со столичным городом Владимиром Владимиро-Суздальского княжества.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Труфанова И.В. «Образцовое» строительство в городах Владимирской губернии. Вл.: Владимирский государственный университет, 2007. – 142 с. ISBN 5-89368-749-3
2. Карты Владимирской области. Интернет ресурс: maps - РФ. SOM
3. Курляндский В.В. Тайна Санкт-Петербурга. С.П.: Рипол Классик, 2003. – 240 с.
4. Карты России. Интернет ресурс: www 200 stran.ru
5. Атлас мира. - М.: Изд-во АСТ, А92, 2015. – 64 с.: карты. ISBN 978-5-17-089442-0
6. Атлас обновленный. Экономическая и социальная география мира. Новосибирск: Обновление. ООО Новосибирская картографич. фирма, 2014, 2015.- С.25
7. Саваренская Т.Ф. История градостроительного искусства. М: Архитектура-С, 2004.-376 с. ISBN 5- 274-01888-2

## ПРОПОРЦИИ ПАНТЕОНА В РИМЕ И ХРАМА СВЯТОЙ СОФИИ В КОНСТАНТИНОПОЛЕ

Амрджоян К.Д., студент  
канд. а., доцент Труфанова И.В.

Цель исследования: определить существует ли преемственность в формообразовании двух выдающихся памятников архитектуры разных эпох и религий – язычества и христианства, двух мировых держав Римской империи и Византии.

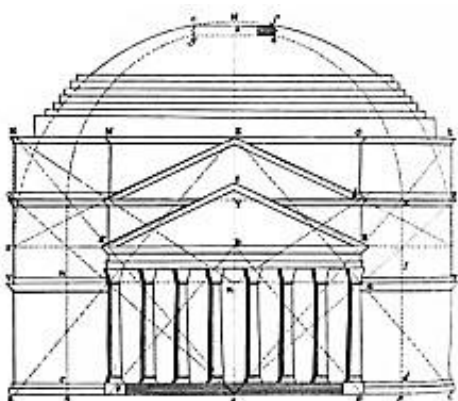
Храм Святой Софии – главный храм православного мира VI века, как и Пантеон, храм всех богов II века, имеет купольное завершение (рис.1). В обоих случаях символика архитектурной формы купола принята в виде небесного свода. Пантеон представляет собой простейшую комбинацию из двух древних типов построек. Это купольная ротонда римской бани (термы) и приставленный к ней портик греческого храма. В ходе исследования выяснилось, что закономерности формообразования римского храма, изучали на основе произведенных обмеров многие известные зарубежные и русские исследователи, начиная с итальянского теоретика архитектуры Леона-Батиста Альберти в XV веке и профессора московского архитектурного института Кирилла Николаевича Афанасьева в XX веке. По его мнению, создатели, какой либо древней архитектурной формы, использовали форму геометрического тела. Например, основной объем храма Пантеона состоит из цилиндра и половины шара, портик формирует прямоугольный параллелепипед. Французский архитектор Жак Франсуа Блондель в XVII веке на чертеже главного фасада храма выявил соотношения его деталей (рис.1,б) [1]. Пропорциональность показана с помощью геометрических фигур: треугольника и круга. На фасаде это система взаимосвязанных треугольников. К.Н.Афанасьев выполнил пропорциональный анализ плана (рис.1,в) [2]. Для этого он использовал меру длины греческий фут 0,308 м. Выяснилось, что внутренняя поверхность стен ротонды построена на окружности, описанной вокруг квадрата со стороной в 100 греческих футов, т.е. 30,8 м. Два модульных квадрата, скомпонованных в виде прямоугольника 100x200 греческих футов, формируют объемно-пространственную композицию ротонды и портика. Круг (circle), квадрат, прямоугольник, треугольник являются основой построения внутреннего и внешнего пространства Пантеона.



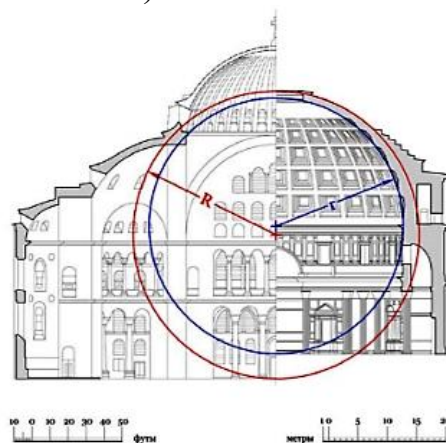
а)



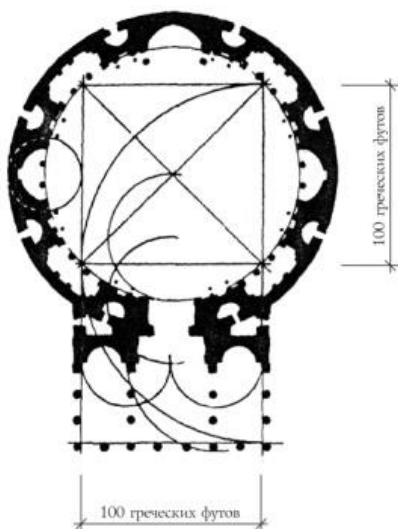
г)



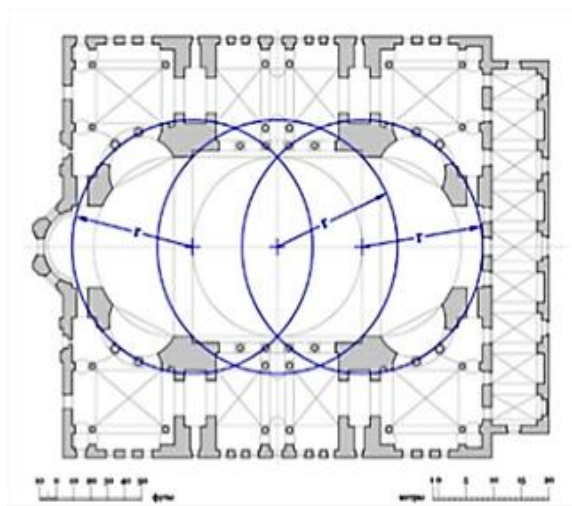
б)



д)



в)



е)

Рис.1. Анализ пропорционального построения храмов: а) Пантеон II века в Риме, б) чертеж фасада Пантеона по Ф. Блонделю [1], в) чертеж плана Пантеона по К.Н. Афанасьеву [2]; г) Храм Святой Софии VI века в Константинополе, д) чертеж совмещенных разрезов Пантеона и храма Святой Софии по Ю. Герасимову, А.Плишкину [3], е) чертеж плана Святой Софии [3].

Храм Святой Софии, также как и Пантеон, обладает грандиозными размерами и монументальными формами. Это уже другая архитектура и намного сложнее по объемно-пространственной композиции. Тем не менее, в основе построения плана, фасада, разреза храма строители использовали аналогичные геометрические фигуры. Круг (проекция купола на плане) и квадрат между четырьмя пилонами, поддерживающими купол, формируют подкупольное пространство. В Риме и Константинополе, столице Восточной Римской империи, т.е. Византии, вполне закономерны единые архитектурно-строительные приемы. Круг есть самая древнейшая фигура в геометрии, заимствованная человеком у природы. Круглое солнце, луна, цветы, треугольная форма кристаллов и другие создания природы вдохновляли архитекторов на использование совершенных с точки зрения красоты геометрических пропорций в зданиях и сооружениях.

Геометрия, часть математики, изучающая пространственные отношения и формы (С.И.Ожегов), состоит из двух слов: гео - земля и метр. Древние строители любой религии для возведения храмов использовали в той или иной мере пропорции известных геометрических тел и фигур в различных комбинациях. Овал, ромб не были характерны для греческой, римской, ранней византийской архитектуры. Минареты, пристроенные к храму Святой Софии турками в XV веке, в своей основе имеют форму удлиненного цилиндра, пропорции которого не характерны для православной архитектуры VI века.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Blondel Francois. Cours D'Architecture Enseigne Dans L'Academie Royale D'Architecture. Paris, 1698. – 1012 с.
2. Афанасьев К. Н. Опыт пропорционального анализа. М. 2000. [Electronic resource]: [www.archi.museum.ru/pubI/afanas/6.htm](http://www.archi.museum.ru/pubI/afanas/6.htm) Experience on proportional analysis./6./6./6.
3. Мусатов А.А. История архитектуры Древней Греции и Древнего Рима. М.: «Архитектура - С», 2006. – 149 с.



## ВЫСОТНЫЕ ПОСТРОЙКИ ТРАМПА

Баасангарав Т., студент  
*доцент Черепушкина А.А.*

До начала политической карьеры Трамп был больше известен как человек, который строит по всему миру небоскребы и называет их в свою честь. Наиболее известные здания, носящие имя Трампа.

Трамп начал свою карьеру в компании отца и сначала сконцентрировался на области, которую предпочитал его отец, — аренде домов для людей, относящихся к среднему классу, в Бруклине, Куинсе и Статен-Айленде. В 1971 году Трамп переехал на Манхэттен. Здесь он увидел экономические возможности города, особенно в части больших строительных проектов на Манхэттене, которые предполагали получение высокой прибыли благодаря архитектурному проектированию, что способствовало общественному признанию. [3]

### Trump Tower, Нью-Йорк

Главное здание Дональда Трампа — штаб-квартира его собственной корпорации The Trump Organization. Компания базируется в небоскребе «Трамп-Тауэр» на Пятой авеню — одной из самых известных и дорогих улиц Нью-Йорка, где сосредоточены знаковые объекты Манхэттена. В 58-этажном небоскребе находятся не только офисы, но и личный пентхаус Дональда Трампа — эта квартира считается основной резиденцией бизнесмена.

58-этажное многофункциональное здание Trump Tower было построено в 1983 году на Пятой авеню в Нью-Йорке. Высота небоскреба — 202 м. В 2016 году на пятом этаже башни располагался предвыборный штаб Трампа. [2]

### Trump Ocean Club Панама

Дональд Трамп построил масштабный отель с казино Trump Ocean Club в латиноамериканской Республике Панама в 2011 году. 70-этажный небоскреб площадью 230 тыс. кв. м возвели у самого берега Тихого океана в столице страны Панаме. Партнером миллиардера выступил местный девелопер, который отказался приглашать Трампа на церемонию открытия отеля. Дело в том, что американский бизнесмен заявил, что «Соединенные Штаты отдали Панамский канал за бесценок». Такая оценка сильно разозлила партнеров американца и обычных жителей Панамы. [2]

### Trump International Hotel and Tower, Чикаго

На стадии проектирования Trump International Hotel and Tower (на фото крайний справа), также известный как «Трампа-Тауэр Чикаго», задумывался как самое высокое здание на Земле. Уже после начала работ девелопер и архитекторы уменьшили масштаб сооружения: теперь 423-метровый небоскреб занимает лишь четвертое место по высоте в Соединенных Штатах и 21-е в мире. Впрочем, до возведения «Бурдж Халифы» в Дубае Trump International Hotel and Tower считался самым высоким жилым зданием в мире. [4]

### Trump International Hotel Las Vegas, Лас-Вегас, США

Фасад отеля Trump International Hotel в Лас-Вегасе облицован 24-каратным золотом и выделяется даже на фоне самых дорогих зданий в мире, которые находятся по соседству. Дональд Трамп открыл люксовую гостиницу в игровой столице мира в 2008 году, а с 2012-го оператором отеля в этом здании стала компания Hilton. Несмотря на частичную смену вывески, в Trump International Hotel по-прежнему работает ресторан DJT, названный в честь девелопера — аббревиатура повторяет инициалы Дональда Джона Трампа.

Многие застройщики платят Дональду Трампу за то, чтобы он продавал их недвижимость и был «лицом» проектов. По этой причине многие здания с именем Трампа не являются его собственностью. Согласно «Форбс», эта часть империи Трампа, которой фактически управляют его дети, является самой ценной — не менее \$562 млн. По информации «Форбс», существуют 33 лицензионных проекта, находящихся в стадии строительства, включая семь «отелей-кондоминиумов» [2]

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <https://realty.rbc.ru>. Дата обращения: 12.03.2017 г.
2. <http://tallbuildings.ru>. Дата обращения: 12.03.2017 г.
3. <https://ru.wikipedia.org>. Дата обращения: 12.03.2017 г.
4. <http://sky-buildings.ru/ru/samye-vysokie-zdaniya/mezhdunarodnyjj-otelj-i-bashnya-trampa/>. Дата обращения: 12.03.2017 г.
5. <https://www.dezeen.com/2016/11/02/donald-trump-towers-skyscrapers-around-the-world/>. Дата обращения: 12.03.2017г.



## ПАРНЫЕ КОМПОЗИЦИИ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

Гуляев С.А., студент  
*доцент Черепушкина А.А.*

Интенсивность высотного строительства способствует всё большему интересу к изучению композиционных и типологических решений высотных комплексов. Востребованы различные варианты композиций с идентичными башнями или очень похожими частями здания различной высоты. Всё чаще становятся реальностью проекты, на базе открытого контраста между новой и старой застройкой.

В Дефансе оказалась востребованной схема постановки парных небоскрёбов в проекте Hermitage Towers. Проект имеет грандиозный размах: в каждой башне по 92 этажа с общей высотой зданий 323 м. По предположению «близнецы» станут наиболее высокими парными зданиями Парижа. Это образец архитектуры высокой технологии, главным эстетическим критерием при формировании образа всего комплекса является хай-тек. Ценность скульптурному объекту придаёт сплошное остекление башен от самого низа и до верха, а также конструктивная диагональная сетка переменного сечения. Разграничить функциональное назначение башен по внешнему виду не просто.

Проект всемирного торгового центра в Манаме Bahrain World Trade Center был признан лучшим высотным зданием. Особо высокие результаты продемонстрировал BWTC по соответствию современным экологическим требованиям. Уникальность проекта заключается в том, что впервые в мире здесь и в таком масштабе используются встроенные ветряные двигатели. Здание торгового центра в Манаме занимает площадь в 120 тысяч кв. м. BWTC представляет собой комплекс с двумя треугольными парусами высотой 240 м, то есть 50 этажей. Они возвышаются на трёхэтажном подиуме и закреплены визуально на земле изогнутым основанием.

JW Marriott Marquis Dubai — высотный гостиничный комплекс в Дубай, ОАЭ. По состоянию на 2015 год здания являются 28-ми по высоте в Азии и 36-ми по высоте в мире. Комплекс состоит из двух зданий высотой по 355 метров и по 72 этажей каждый; одно строилось с 2006 по 2012 год, второе — с 2006 по 2013. Гостиничный комплекс включает в себя 1608 номеров и 15 ресторанов, а также бизнес-центр, конференц-залы,

переговорные, спа-салон и торговый комплекс. Кроме того, на 7 этаже одного из зданий находится 32-метровая чаша-бассейн с сопутствующей инфраструктурой.

Комплексы офисной недвижимости стремительно растут ввысь. На архитектуре высотной части комплекса «Миракс-Плаза» оставило след его расположение напротив ММДЦ «Москва-Сити». Она перекликается с небоскрёбами делового центра. Фасады ансамбля, обращённые на Кутузовский проспект, имеют не более 10 этажей, чтобы сохранить ансамблевый стиль сталинского ампира. Фасады же высотных корпусов имеют комбинацию из стекла и камня натурального, вписывающегося по фактуре и цвету в колорит Кутузовского проспекта.

Город Столиц является многофункциональным комплексом, состоящим из двух небоскребов, расположенных на участке 9 в Международном бизнес-центре Москвы. Город столиц, символизирует Москву и Санкт-Петербург. Строительство было завершено в 2009 году. "Москва башня" выше, чем "Башня на Набережной" и является самым высоким зданием в Европе и в СНГ. С крышей высота составляет 302 метра (306 м со шпилями), в сравнении с Меркурий Сити Тауэр (380 м) в 2011 году.

Более половины верхних этажей отданы под развлекательные, офисные помещения и часть под большие квартиры. Электромонтаж квартир уже произведен и в них заселяются жильцы.

Проектировщики этих величественных сооружений преследовали цель создать парные здания, с верхних этажей которых открывался бы великолепный обзор на город Онтарио, чтобы туристы смогли рассмотреть любую точку города. В результате реализации проекта в центре канадского Онтарио появились две 50-этажные башни. Внешний дизайн башен напоминает скрученную спираль. Здания сужаются к центру, верхняя часть оказывается повернутой по отношению к нижним этажам на 209 градусов.

Административное здание национальной компании «Казахстан Темир Жолы» имеет сложную объемно-пространственную композицию, которая заключается в сплетении трех объемов. Две 37 и 40 этажные высотки в плане каждая представляет полукруг диаметром 22 м, смещенные на четверть диаметра относительно друг друга. Расстояние между полукругами 11 м. Высота 40-этажной башни составляет 175 м, 37-этажная – 163 м. Высотные парные башни «Казахстан Темир Жолы» расположены в новом административном центре Астаны на левом берегу

р. Есиль, на площади в 10 625 кв. м, с ровной поверхностью, с незначительным уклоном в северо-западном направлении.

Ни для кого не секрет, что по всему миру ежегодно возводятся десятки небоскребов. Тема нашего разговора – высотные здания, спроектированные Buro Ole Scheeren для города Kampong Glam в Сингапуре. Эти сооружения со стенами вогнутой формы будут находиться в исторической части города. Это своего рода башни близнецы, высота которых будет достигать 186 и 170 метров. В первом небоскребе разместят более 600 апартаментов, а во втором – офисные помещения и гостиницы. Архитекторы приложат все усилия, чтобы здания были обеспечены естественной солнечной и ветровой энергией и вентиляцией.

Plaza 66 является коммерческим и офисным комплексом в Шанхае, состоящим из торгового центра и двух небоскребов. Торговый центр имеет 5 уровней с общей площадью более 50.000 квадратных метров. Первая Башня высотой 288 метров (945 футов) была завершена в 2001 году, в то время как Башня 2, высотой 228 метров (748 футов), была завершена в 2006 году. При всем этом комплекс является одним из самых высоких зданий востока.

Wocm Financial Towers - это два соединенных между собой небоскреба, которые достигают высоты 265 метров (869 футов). Они расположены в Pudong District районе Шанхая, в Китае. Делятся на Северную и Южную Башни. Северная башня является 64-м высоким из существующих зданий в мире. Атриум соединяет две башни вместе и достигает высоты 163,4 метра. Бассейн, откуда открывается вид на Шанхай, расположен на 48-м этаже северной башни.

United Overseas Банк Плаза (Plaza OUB) - это комплекс с двумя башнями в городе Сингапуре. UOB Plaza One, является одним из трех самых высоких в городе. UOB Plaza Two, по высоте ниже первого. На втором здании был сделан аналогичный фасад, как UOB Plaza One. Оба здания соединены 45 м (148 футов) перекрытием, которое поддерживают четыре колонны.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лебедев В. Небоскребы возвращаются на родину // BUSINESS: property, business, investment. OCT.-NOV. 2008 г.
2. Общие положения к техническим требованиям по проектированию жилых зданий высотой более 75 метров // М., ГУП “НИАЦ”, 2002 г.

## ВЫСОТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Гусарова М.Э., студент  
доцент Черепушкина А.А.

Высотные сооружения – это сооружения, высота которых намного превышает их размеры в поперечном сечении. Сооружения, как правило, не предназначены для постоянного или временного пребывания людей. Но в случае высотных сооружений стоит задуматься можно ли их использовать не только в качестве промышленных конструкций. К высотным сооружениям относятся вытяжные трубы (дымовые и вентиляционные), опоры антенных сооружений, метеорологические вышки, опоры воздушных линий электропередач. Высота радио и телевизионных опор обычно 180...380м, вытяжных труб – 90...180м, радиорелейных опор – 50...120м. Конструктивно такие сооружения разделяются на стальные мачты и башни.

Мачта – вертикальное высотное сооружение, шарнирно или заземлено опирающееся на фундамент и удерживаемое натянутыми и наклонно идущими к земле стальными канатами-оттяжками в один или несколько ярусов. Мачты имеют решётчатую конструкцию трёх- или четырёхгранного сечения или листовую в виде сплошной трубы. Мачты монтируются из секций 6...12м и соединяются между собой сваркой или на болтах.

Башня – вертикальное, свободно стоящее сооружение, жёстко заземлённое в основании, что достигается надёжной анкерровкой ствола башни к фундаменту. В большинстве случаев башни выполняются в виде пространственных конструкций, имеющих форму призмы или пирамиды, часто с небольшими переломами в очертании поясов по высоте. Башни представляют собой решётчатые конструкции из трубчатых, прокатных или сварных профилей. Трубчатое сечение экономичнее, так как у труб аэродинамическое сопротивление ветру меньше, что позволяет выполнить более тонким сечение конструкции. Поперечное сечение – треугольник, квадрат, шестигранник, восьмигранник. По центру башен предусматриваются вертикальные конструкции для шахт лифтов, лестниц, технологических устройств.

Нельзя забывать о вопросах безопасности при строительстве и эксплуатации высотных сооружений. Высотные сооружения должны

проходить технические осмотры и, при необходимости, качественную замену или ремонт элементов.

Высотные сооружения работают на восприятие преимущественно горизонтальных нагрузок, основной из которых является ветровая (70-80%).

На первый взгляд сложно сказать какой архитектурный смысл несут в себе высотные сооружения промышленного значения. Но в городской застройке они являются высотными доминантами.

На равне с куполами церквей с их помощью можно определить в какой части города вы находитесь и как дойти до определенной точки. Так же они выполняют свою «навигационную» функцию ночью, благодаря подсветке.

Промзона это не то место, куда люди ходят на прогулки, но с вершущек высотных мачт и башен может открываться необычный вид на город.

Возможно, если отделить потоки людей в промышленных районах и приспособить пространство для того чтобы у людей появилась возможность подняться на высотное сооружение. То можно было бы устроить на этих вышках мини абсерваторию или смотровую площадку. А может быть в скором будущем к ним получится присоединить администрацию промышленного района.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Якушкин С. И. Технология возведения зданий /С. И. Якушкин - 2011. - 144-148 с.:
2. Список самых высоких зданий и сооружений мира [[https://ru.wikipedia.org/wiki/Список\\_самых\\_высоких\\_зданий\\_и\\_сооружений\\_мира](https://ru.wikipedia.org/wiki/Список_самых_высоких_зданий_и_сооружений_мира)] - Электронные данные-25.04.2017
3. В.И. Теличенко, О.М. Терентьев, А.А. Лapidус. Технология возведения зданий и сооружений / В.И. Теличенко, О.М. Терентьев, А.А. Лapidус. – М. : Москва, «Высшая школа», 2004
4. Трофимов В.И. Исследование устойчивости и несущей способности металлических конструкций типа опор электропередачи. / В. И. Трофимов - Госэнергоиздат. Москва. 1963
5. Генералов В.П. Особенности проектирования высотных зданий / Генералов В. П. - Самарский государственный архитектурно-строительный университет. 2009.

## ЭКСПЛУАТИРУЕМАЯ КРОВЛЯ

Кириянов Д.В., студент  
*к.т.н., доцент Еропов Л.А.*

Идея создания садов на крышах не нова. Имея практику, уходящую корнями в века, человечество неоднократно возвращалось к созданию садов на крышах зданий. Разновидностью эксплуатируемых крыш является устройство зон отдыха или автостоянок на уровне земли - на покрытиях подземных сооружений, таких как, гаражи, пешеходные тоннели, хранилища и т.п. Внешне они воспринимаются как обычные озелененные, благоустроенные территории. Конструкция покрытий подземных сооружений (отдельно стоящих или пристроенных к зданиям, так называемых 'стилобатов') аналогична конструкциям, применяемым в совмещенных крышах или крышах с чердаком, но при устройстве эксплуатируемых крыш, особенно в случае использования покрытий для передвижения и стоянки тяжелого транспорта (например, пожарных машин), необходимо предусматривать усиление конструкций.

Эксплуатируемая плоская кровля является собой достаточно сложную инженерную конструкцию, которая требует опыта и профессиональных знаний при ее реализации. Сложность работы с данным видом покрытия состоит в том, что он имеет многослойную структуру (рис.1) и состоит из следующих элементов: верхний слой, фильтрующий слой, дренажный слой, разделительный слой, уклонообразующий слой, гидроизоляция, кровельная мембрана, твердое основание - плита покрытия.

Верхний слой - это завершающее покрытие. Оно может быть представлено грунтовым слоем с озеленением, фигурными элементами мощения (ФЭМ), деревянным покрытием или асфальтовым покрытием. Для устройства гидроизоляционного слоя эксплуатируемых кровель широко применяется "Техноэластмост Б", "Техноэластмост С" или "Техноэласт-Грин". Последний является корнестойким материалом и применяется для устройства зелёных кровель и кровель-террас.

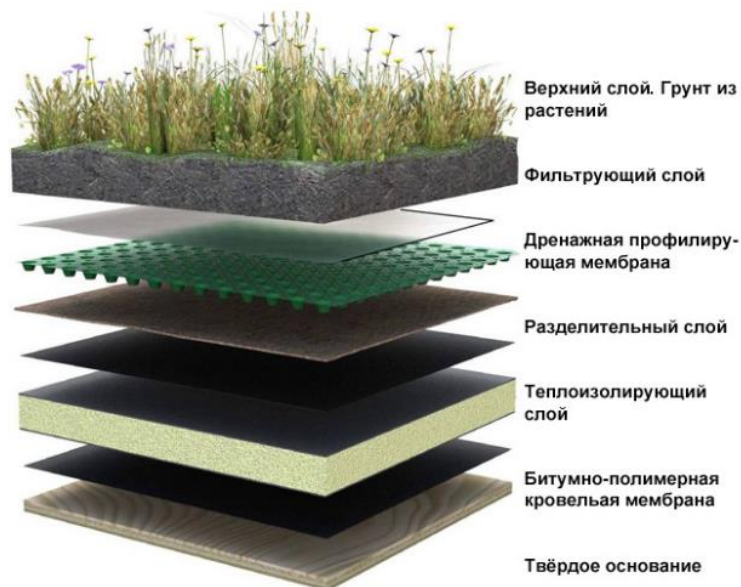


Рис.1. Вариант кровельного пирога зелёной кровли

Также для гидроизоляции применяются различные битумные мастики. Дренажная мембрана препятствует попаданию влаги внутрь кровельного пирога, а следовательно и разрушению конструкции. В качестве теплоизоляционного слоя применяют водостойчивые материалы типа пеностекла или пенополистирола толщиной 15-20 см. Уклонообразующий шар является собой стяжку из керамзитобетона, армированной сетки и фибры. Он задает направление стока жидкости из кровли. Уклон должен соответствовать 0,5-3%. При неправильном его устройстве кровля не будет пригодна к использованию из-за скапливания воды. [1]

Материалы, применяемые для устройства эксплуатируемых кровель, должны соответствовать требованиям технических условий. Для этого проводится выборочная проверка (входной контроль) каждой поступившей на стройку партии материалов.

На данном типе крыши вода отводится по воронкам и водоотводным лоткам. Часть влаги может проходить через газон или стыки тротуарной плитки внутрь кровельного пирога, что провоцирует его разрушение. Для решения этой проблемы укладывается дренажный слой, состоящий из фильтрующего элемента и дренажного ядра. [2]

К достоинствам эксплуатируемых кровель можно отнести их multifunctionality, прочность, стойкость при воздействии высоких и низких температур. Недостатками этого типа покрытия являются высокая

стоимость, сложность устройства водостоков и скопление большого количества снега в зимнее время.

Эксплуатируемые кровли можно условно разделить на следующие виды:

1. Эксплуатируемая кровля – терраса. Кровли – террасы предназначены для отдыха, прогулок, занятий спортом. Верхний слой кровельного пирога формирует назначение кровли. Материалы верхнего слоя укладывают на вспомогательные слои.

2. Зеленая кровля. Толщина грунта для подобранных растений зелёной кровли должна быть больше глубины роста их корней. Для предотвращения разрушения кровли или отдельных ее элементов необходимо предусмотреть противокорневую защиту. Она может быть выполнена из нетканых геотекстилей или определенных видов полимерно-битумных мембран. Растения с большими корневыми системами располагают в отдельных кадках или подготовленных. [3]

3. Эксплуатируемая кровля – паркинг. Кровля-паркинг устраивается как при строительстве гостиниц, так и в частном секторе, образуя дополнительное пространство для парковки автомобилей. Его устройство схоже с террасой. Отличие в том, что проектировщик должен учесть при проектировании пирога кровли все нагрузки на материалы, которые могут возникнуть при движении и стоянке автомобилей.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ЭЛЕКТРОННЫХ РЕСУРСОВ

1. Руководство по проектированию и устройству эксплуатируемых кровель с применением битумно-полимерных материалов компании "ТехноНИКОЛЬ" // Официальный сайт компании "ТехноНИКОЛЬ". [Электронный ресурс]. <http://www.tstn.ru/upload/iblock/edf/vmseosdaxuu.pdf> (дата обращения: 24.11.2016)
2. Строительные характеристики инверсионной кровли [Электронный ресурс]. [http://studopedia.ru/13\\_161633\\_opisanie-printsipa-inversionnoy-krovli.html](http://studopedia.ru/13_161633_opisanie-printsipa-inversionnoy-krovli.html) (дата обращения: 28.11.2016).
3. Пособие по озеленению и благоустройству эксплуатируемых крыш жилых и общественных зданий, подземных и полуподземных гаражей, объектов гражданской обороны и других сооружений. М., 2001.



## КОНСТРУКЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ BAUBOTANIC (БАУБОТАНИК)

Куликова Е.С., студент  
к.т.н., доцент Л.А. Еропов

В основу идеи строительства из живых растений была взята технология арбоскульптуры. Арбоскульптура – искусство создания скульптур, построек, декоративных и архитектурных форм из живых деревьев.[1]

Исследовательская работа Baubotanik была начата в 2007 году профессором Gerd de Bruyn в институте основ современной архитектуры и дизайна ( IGMA ), Университет Штутгарта (Германия). [3]

Термин "Baubotanik" означает базовый подход к строительству с живыми растениями. Это метод строительства содержит технологию присоединения и роста живых структур, для создания их из них зданий.

Идеальный материал для строительства должен быть гибким и легко прививаемым. Подходят такие деревья, как ива ( Salix ), платан ( Platanus ), тополь ( Populus ), береза ( Betulus ) и граб ( Carpinus ). Немецкими исследователями разработаны несколько реальных проектов. [4]

1. «THE FOOTBRIDGE» - пешеходный мост, запроектированный архитекторами Ferdinand Ludwig и Oliver Storz. Цель - практическое исследование, направленное на определение более благоприятных условий для срастания элементов растений. Материалом послужили ростки ивы прутовидной (Salix viminalis). Из них была возведенная конструкция из 64 горизонтальных и 16 диагональных колонн, в каждой из которых было от 12 до 15 связанных между собой ростков. Ширина моста - 2,5 метра. Площадью поверхности - 22 м<sup>2</sup>.

2. «BAUBOTANICAL TOWER» - это экспериментальная башня, созданная архитектором Ferdinand Ludwig и скульптором Cornerlius Hackenbracht. Цель – практическое исследование, направленное на определение условий срастания элементов растений в многоярусной конструкции. Началось строительство в 2009 г. Материалом послужили 200 молодых белых ив (Salix alba). В первую очередь для придания формы были возведены временные строительные леса из металлических труб. У их подножия прямо в грунт была высажена первая партия саженцев. Остальное разместили на нескольких этажах башни в кадках, заполненных

землѐй. Несущий каркас башни создавали в виде диагональной решетки, наклоняя саженцы в нужную сторону и скрепляя их. Сооружение получилось в три уровня общей площадью около 8 м<sup>2</sup>, а в высоту около 9 м.

3. «PLANE-TREE-CUBE NAGOLD» - куб из платанов объемом 1000 куб. м. Первая постройка, реализующаяся в городской среде (г. Нагольд). Проект создали Ferdinand Ludwig и Cornelius Hackenbracht. Цель - создание архитектурно-ботанического сооружения для посещений общественности. Материалом послужили около 1000 ростков платана (*Platanus*). Молодые платаны установили в шести уровнях и привили между собой, создавая диагональную решетку. В дальнейшем их переплетенные зеленые ветви образуют стены помещения, а искусственно сформированная крона деревьев – крышу. Наряду с этим стальная конструкция в определенных местах буквально вращается в структуру растений, а угловые опорные колонны постепенно удалят.

Конечно, сложно говорить об окончательном строительстве, так как для того, что бы деревья могли воспринять все нагрузки самостоятельно, необходимо время. Так предполагается, что растения в проекте «Plane-Tree-Cube Nagold» смогут выполнять функцию несущей конструкции примерно через 20 лет.

На данный момент количество проектов с применением данной технологии только увеличивается, так как тема экологического строительства сейчас очень актуальна. У строительства из живых деревьев есть множество положительных моментов, но так же нельзя забывать о том, что это живые системы, и необходимо следовать ботаническим законам растений.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арбоскульптура//URL:<https://ru.wikipedia.org/wiki/Арбоскульптура> (дата обращения: 24.02.2017).
2. Первые живые дома строят в Германии // URL: <http://zoo-dom.com.ua/news/3319.htm> (дата обращения: 25.02.2017).
3. Baubotanic: The Botanically Inspired Design System that Creates Living Buildings // URL: <http://www.archdaily.com/> (дата обращения: 25.02.2017).
4. Institut Grundlagen moderner Architektur und Entwerfen (IGMA) // URL: <https://www.baubotanic.org> (дата обращения: 25.02.2017).

## 11 ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ НЬЮ-ЙОРКА

Курбанова Ю.И., студент  
доцент Черепушкина А.А.

Нью-Йорк пережил очень ранний бум высотного строительства с 1910-х по начало 1930-х годов. В этот период было построено 16 небоскрёбов, включая такие известные здания, как Chrysler Building (Крайслер Билдинг) и Empire State Building (Эмпайр Стейт Билдинг).

Второй этап строительства небоскрёбов пришёлся на 1960-е годы. В это время было возведено около 70 зданий высотой более 183 м (600 футов).

После событий 11 сентября 2001 года и некоторых экономических проблем, казалось, что в городе начался кризис высотного строительства. Но уже в 2006 году началось строительство Всемирного торгового центра 1, основного здания нового комплекса Всемирного торгового центра.

Основной причиной возведения небоскрёбов послужило резкое удорожание городских земель, что привело к тому, что максимальную прибыль из купленного участка земли можно было извлечь, только нарастив здание в высоту.

В основном, в строительстве использовались железобетон и металл. Благодаря большому собственному весу железобетон быстро гасит сейсмические колебания, а хорошо держать удар ветра помогает жёсткий металлический скелет.

Фасады небоскрёбов — это в основном стальные профили и легкие навесные панели из особо прозрачного стекла, алюминия, полимеров. Популярны вентилируемые системы, отделанные натуральным или искусственным камнем, металлическими листами, фибробетоном (бетон с волокнами из металла и полимеров). Среди новейших видов облицовки — керамика с боросиликатным стеклом (в составе которого вместо щелочи — окись бора, что делает стекло пожароустойчивым), панели из металлической пены, нанокompозиты, стеклянные панели с водоотталкивающим самоочищающимся слоем.

1. One World Trade Center (Всемирный торговый центр 1 или «Башня Свободы»), Башня имеет высоту 541 метр и 104 этажа (+ 5 подземных). Функция здания – офисная. Сроки строительства – 2006-2013. Архитектор – Дэвид Чайлдс. Здание является центральным ядром в новом комплексе

Всемирного торгового центра в нижнем Манхэттене, а также является шестым по высоте небоскрёбом. Кроме того, небоскрёб является самым высоким офисным зданием в мире и самым высоким зданием в Западном полушарии (рис. 1).

Нижние 61 метр здания будут занимать холл высотой 24 метра и расположенные над ним несколько технических этажей. Далее, выше следуют 69 этажей, непосредственно предназначенных для офисного использования, заканчиваясь на уровне 341 метра. Над ними будут расположены ещё технические этажи, ещё два этажа будут отданы для использования Городскому телевизионному альянсу («Metropolitan Television Alliance»). Рестораны и смотровые площадки будут заканчиваться смотровой площадкой и парапетом, достигающими высоты 415 метров и 417 метров соответственно. Стилизованная антенна на крыше здания поднимется на символическую высоту в 1776 футов (541 метр)[1].



Рис. 1. One World Trade Center (Всемирный торговый центр или Башня свободы)

2. Central Park tower (Башня центрального парка). Башня имеет высоту 472 метров и 95 этажей. Многофункциональное здание станет вторым по высоте в Нью-Йорке. Сроки строительства – 2014-2019 годы. На данный момент проект находится на стадии реализации. Архитектор

проекта – «Adrian Smith + Gordon Gill Architecture». Основной конструктивный материал – бетон.

На первых 7 этажах будет располагаться первый в Нью-Йорке универмаг «Nordstrom». На этажах 8-12 будет размещаться общественное обслуживание жителей. Здание включает в себя люкс апартаменты.

Разработанный всемирно известной архитектурной фирмой «Adrian Smith + Gordon Gill Architecture» проект с интерьерами «Rottet Studio, Central Park Tower» предаст горизонту Нью-Йорка новую доминанту. Прозрачный и деликатно спроектированный базовый фасад позволяет естественному свету освещать интерьер универмага. Небоскрёб будет вторым по высоте в Нью-Йорке (рис. 2)[2].



Рис. 2. Central Park tower (Башня центрального парка)

3. 111West 57th Street. Здание высотой 438 метров имеет 82 этажа и предназначено для жилья (рис. 3). Основные конструкционные материалы – бетон, сталь, стекло. Этот супер-высокий небоскрёб располагается в самом сердце центральной части города. Он выполнен по проекту «ShoP

architects». Здание будет возвышаться над старым зданием Steinway, построенное в 1925 году, которое станет входом в небоскрёб. Здание будет постепенно плавно сужаться, а в самой верхней точке «исчезнет» в небесах. Дизайн фасада сочетает в себе терракотовые панели и изящный бронзовый орнамент.

Проект будет включать в себя уникальные для каждого этажа полноэтажные и двухуровневые апартаменты с 360-градусным видом, в том числе, и на Центральный парк.

Сейчас проект находится на стадии реализации. Планируется, что строительство будет завершено к 2018 году [3].



Рис. 3. 111 West 57th Street (111 Запад 57 Стрит)

4. One Vanderbilt. Небоскрёб, высотой 427 метров, имеет 58 этажей (рис. 4). Архитектор – «Kohn Pedersen Fox».. Основные материалы: бетон, сталь, стекло. Здание запроектировано как офисное. Оно состоит из четырех взаимосвязанных объемов, возвышающихся к небу конической спиралью.

Небоскрёб гармонично вписывается в окружающую застройку. Оно привлекает интерес тем, что через подземные этажи оно сообщается с



Grand Central Terminal, центральным вокзалом Нью-Йорка, и со станцией метрополитена.

Ранние эскизы иллюстрировали неприглядную башню неуклюжего массивования. Дизайнерские изыскания дали более гладкую, более продуманную структуру, одетую в стекло и узорчатые терракотовые панели, которые дополняют материалы и масштаб зданий и сооружений соседнего Терминала. Верх здания должен быть «проницаемым и открытым».

Проект находится на стадии реализации, сроки возведения – 2016-2020 годы [4].



Рис.4. One Vanderbilt (Один Вандербилт)

5. 432, Park Avenue – высочайшее жилое здание мира (рис. 5). Имеет высоту 426 метров и 85 этажей. Архитектор – Рафаэль Виньоли совместно с «SLCE Architects, LLP». Основной материал – железобетон.

Дизайн фасада здания переносит на себя регулярную сетку Манхэттена. Во время строительства архитекторы предусмотрели открытые пространства квартир. В них нет поддерживающих элементов, которые разделяют комнаты, потому что межэтажные перекрытия находятся на внутреннем и внешнем фасадах.

Нижняя часть башни полностью посвящена удобствам, предоставляемым исключительно жителям: помещения для персонала,

конференц-залы, полностью оборудованный ресторан, выходящий на садовую террасу с видом на 57-ю улицу, оздоровительный и спа-центр, включая фитнес-центр и бассейн, независимые складские помещения, винные погреба и подземный паркинг.

Здание построено в 2015 году [5].



Рис. 5. 432, Park Avenue (432, Парк Авеню)

6. 125, Greendwich Street. Небоскрёб, высотой 414 метров и содержащий 77 этажей, является жилым зданием (рис. 6). Архитектор – Рафаэль Виньоли. Проект находится на стадии реализации, окончание строительства намечено на 2019. Основные материалы – бетон, стекло.

Виньоли, сопротивляясь архитектурной тенденции, создал небоскрёб, тонкий, как карандаш. Шестиугольные технические этажи делят здание на несколько объёмов. С закругленными углами и стеклянным фасадом по периметру площадки башня в форме параллелограмма создает знаковый жилой проект всего в двух кварталах к югу от Всемирного торгового центра, в центре растущего культурного, делового и жилого района.

Здание интересно тем, что внутри него почти нет колонн, что даёт свободу в планировочных решениях. Остекление проходит от пола до потолка, это позволяет максимально освещать комнаты, что создаёт впечатление, что они больше, чем есть на самом деле.

Общественное обслуживание включает в себя фитнес центр, спа, библиотеку, игровую площадку, смотровую площадку, которая



располагается на верхних этажах, что открывает этим помещениям панорамный вид на Нью-Йорк, и другие удобства [6].

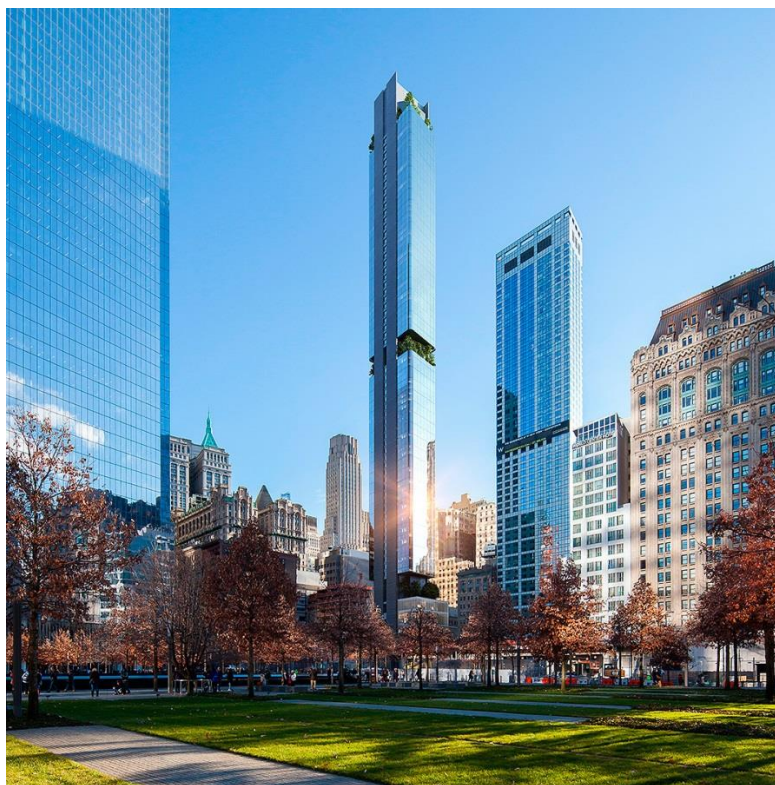


Рис. 6. 125, Grendwich Street (125, Гриндвич Стрит)

7. Two World Trade Center (Всемирный торговый центр, башня 2). Небоскрёб, высотой 410 метров, имеет 81 этаж (рис. 7). Здание сочетает в себе различные функции – офисная, торговая, жилая. Архитектор – «Vjarke Ingels Group». Основной конструкционный материал – композит.

Башня ВТЦ 2 располагается между двумя разными кварталами Нью-Йорка: жилым и общественным. Дизайн башни сочетает в себе черты обоих районов в архитектурный гибрид, объединяющий высокие здания с невысокими, современные с историческими.

Уникальность этого здания заключается в том, что каждый из 7 объёмов этого здания выполняет свою функцию и занято разными арендаторами. В завершении каждого объёма расположена зелёная терраса, что связывает небоскрёб с мемориальным парком и органично вписывает его в окружающее пространство. Также интересной чертой этого здания является то, что объёмы здания проходят под углом, параллельному наклону ВТЦ 1.

На данный момент проект находится на стадии реализации, завершение строительства планируется в 2020 [7].



Рис.7. Two World Trade Center (Всемирный торговый центр 2)

8. 30, Hudson Yards. 92-этажное здание, высотой 392 метра, является частью комплекса «Hudson Yards» - частью композиции из двух башен (Северная башня, рис. 8). Небоскрёб будет выполнять офисную функцию. Основные конструкционные материалы – сталь и бетон. Проект находится на стадии реализации, сроки возведения 2011-2019 годы.

Две башни (30 & 10 Hudson Yards) объединяет торговый подиум (20 Hudson Yards). Каждая из этих башен отклоняется в противоположную сторону друг от друга, тем самым образуя V-образное пространство между ними.

Весь комплекс Hudson Yards должен стать новым центром розничной торговли, бизнеса и культуры в западной части Манхэттена. В отличие от остальных зданий комплекса, Северная башня будет, в основном, предназначена для офисных помещений.

30 Hudson yards уникально самой высокой консольной смотровой площадкой, а также современными инженерными системами [8].



Рис. 8. 30, Hudson Yards (30, Хадсон Ярде)

9. Empire State Building (Эмпайр-Стейт-Билдинг). Небоскрёб, построенный в 1931 году в стиле Ар-Деко, на момент завершения строительства являлся высочайшим зданием в мире (рис.9). Его высота составляет 381 метр, (443,2 метр со шпилем). В нём 103 этажа и 73 лифта. Основными материалами являются – сталь, алюминий, бетон, гранит, известняк. Конструктивная система – стальной каркас. Здание выполняет офисную функцию.

В 1986 году Эмпайр-стейт-билдинг вошёл в список национальных исторических памятников США. В 2007 году здание под номером один вошло в список лучших американских архитектурных решений по версии Американского института архитекторов. Владельцем и управляющим зданием является компания W&H Properties.

Ширина основания около 140 м. Наружная обшивка тяжелого по современным меркам стального каркаса выполнена из блоков серого известняка, обрамленных полосами алюминия. Пятиэтажная опорная платформа небоскреба занимает всю площадь отведенного под него участка. В центре ее – вестибюль высотой в три этажа, а вокруг него кольцом идут два яруса магазинов. На стройплощадке небоскреба не было места для складирования материалов, поэтому их подвозили по четкому



графику и сразу поднимали вверх. Процесс напоминал работу современного заводского конвейера, что позволило закончить здание в рекордный срок.

В 16-этажном шпиле, венчающем небоскрёб, есть диспетчерский зал, так как шпиль должен был служить причалом для дирижаблей. В таком качестве он использовался только дважды, но образ небоскрёба-маяка, к которому пристают воздушные корабли, стал одной из наиболее ярких фантазий об архитектуре будущего [9].



Рис. 9. Empire State Building (Эмпайр-стейт-билдинг)

10. Bank of America Tower (Башня Банка Америки). Высота здания – 366 метр, этажность – 58 этажей. Архитектор – компания «Cookfox».

Архитектуру составляет стеклянный кристалл прямоугольный в плане, по мере набора этажности видоизменяется: обретает дополнительные скосы, уступы и наслоения поверхностей с четкой сеткой линий. Небоскрёб выполнен в стиле хай-тек. Основные материалы, использовавшиеся при строительстве – железобетон, сталь, стекло.

Важнейшими аспектами башни стали высокая экологическая безопасность и эффективность - при ее возведении были использованы специальные стекло-пакеты, частично поглощающие солнечное излучение и обеспечивающие максимальное естественное освещение. Небоскрёб выполнен большей частью из переработанных материалов, которые в будущем также можно будет утилизировать. Так, в строительстве здания использован переработанный бетон со шлаком — побочным продуктом доменных печей. Конкретно для постройки этой башни использовалась

смесь из 55 % цемента и 45 % шлаков. Башня Банка Америки — первый небоскрёб, получивший Платиновый Сертификат LEED.

Сроки возведения небоскрёба – 2004-2009 годы [10].



Рис. 10. Bank of America Tower (Башня банка Америки)

11. Three World Trade Center (Всемирный торговый центр, башня 3). Небоскрёб, высотой 392 метра и включающий в себя 80 этажей, является частью реконструкции Всемирного Торгового центра (рис. 11). Архитектор – Ричард Роджерс, лауреат Притцкерской премии.

Башня будет состоять из железобетонного ствола, стального каркаса и внешних стальных рам.

Здание интересно тем, что оно полностью интегрировано в окружающее пространство. Оно находится в центре мемориального и культурного комплекса, а также является композиционным ядром комплекса ВТЦ. Оно имеет связь между основным пространством и мемориальными бассейнами. Трёхэтажный вестибюль имеет панорамное остекление, что позволяет посетителям получить вид на Мемориальный парк

По требованиям безопасности здание стремится к достижению Золотого стандарта LEED.

На данный момент проект находится на стадии реализации, его завершение намечено на 2018 год [11].



Рис. 11. Three World Trade Center (Всемирный торговый центр 3)

Не смотря на то, что лидером по высотному строительству на сегодняшний день остаются страны Азии, Нью-Йорк не перестаёт «расти» в высоту. На сегодняшний день в городе существует уже более 100 завершённых зданий высотой 183 метра и выше, а также более 10 небоскрёбов, находящихся в процессе строительства.

#### СПИСОК ЭЛЕКТРОННЫХ РЕСУРСОВ

1. COM | One World Trade Center // Официальный сайт компании «COM». [Электронный ресурс]. [http://www.som.com/projects/one\\_world\\_trade\\_center](http://www.som.com/projects/one_world_trade_center) (дата обращения: 22.03.2017)
2. Central Park tower // Официальный сайт компании «Adrian Smith + Gordon Gill Architecture». [Электронный ресурс]. [http://smithgill.com/work/central\\_park\\_tower/](http://smithgill.com/work/central_park_tower/) (дата обращения: 22.04.2017)
3. 111 WEST 57TH STREET // Официальный сайт компании «SHOP Architects». [Электронный ресурс]. <http://www.shoparc.com/projects/111-west-57th-street/> (дата обращения: 22.03.2017)

## ВЫСОТКИ НОРМАНА ФОСТЕРА

Лопатин А.Р., студент  
*доцент Черепушкина А.А.*

Норман Фостер является выдающимся Британским архитектором. В 21 год он начал учиться на архитектора в городе Манчестер и 2 года в Йельском университете в США. Когда он вернулся обратно в Англию вместе с Роджерсом основал «Группу 4». Совместные труды привели к появлению популярному стилю «хай-тек».

Норман Фостер признавался лучшим архитектором 5 раз, а так же имеет лауреат Притцкеровской и Императорской премии.

Фостер большое внимание уделяет инновациям, экологии и энергосбережению. По максимуму использует неисчерпаемые ресурсы, такие как – ветер, солнце, дождевая вода.

Jameson House – этот проект продолжает практику проектирования в исторической застройке. Основание состыковано с двумя небольшими постройками 1920-х годов. Два первых этажа здания занимает торговая зона, как и в соседних зданиях. Выше расположены 10 этажей офисов. Они представляют собой плоскую навесную стену из стекла, которая заканчивается на уровне карниза соседних зданий, подчиняясь их масштабу. Выше, на 23 этажах, располагаются жилые квартиры. Направление ветра и солнечного света использовались для определения дизайна фасада и внешнего вида, достижения более низких тепловых нагрузок и возможностей для открытых балконов и естественной вентиляции. [1]

The Vow является самым высоким зданием в Калгари. Небоскрёб имеет форму дуги. Такая форма выбрана ещё и потому, что вогнутая часть, обращённая на южную сторону, по сути выступает в роли солнечной ловушки. В этом случае достигается значительное уменьшение потребления энергии. Кроме того, при изогнутой форме здания требуется меньше стальных конструкций, т. к. на такое здание воздействуют меньшие аэродинамические нагрузки. Ориентация башни играет решающую роль в сокращении потребления энергии. Поскольку фасад атриума башен стоит на юго-западе, башня потребляет на 11 процентов меньше энергии для отопления и охлаждения в течение года по сравнению с башнями с фасадом атриума, обращенным на север. Во всю высоту

здания простирается атриум, который защищает помещения как от перегрева, так и от переохлаждения. [2]

Здание Hearst Tower – это офис одноименной корпорации, под крышей которого сидят издания Космополитем, Эскваер и др. Башня выросла внутри старого здания, построенного в 30-х годах. Тогда возведение башни было прервано из-за Великой депрессии. 70 лет спустя английский архитектор возвел свое творение, которое получила много наград. Конструктивно башня имеет триангулированную форму «диагрид» - высокоэффективное решение, которое использует на 20% меньше стали, чем традиционно созданная конструкция. Среди экологических решений можно отметить, например, сбор дождевой воды и использование конденсата, образующегося от работы системы кондиционирования, для смыва в туалете, орошение растений, использование этой воды в водопаде, внутри здания. Это экономит до 25% воды. Что бы снизить энергию солнца, было использовано высокоэффективное стекло, которые можно использовать для уменьшения бликов. [3]

Commerzbank Tower – самое высокое здание в Германии и одно из самых экологических зданий мира было построено в 1997 году. Здание имеет треугольную форму с закругленными углами, а внутри здания расположен треугольный атриум в высоту всего здания. Такой подход помогает создать зону отрицательного давления, которая управляет естественной вентиляцией через все здание. Дизайн и форма здания отвечает преобладающим ветрам и солнечной ориентации, что бы обеспечить оптимальную вентиляцию и дневной свет. В здании присутствуют “небесные сады”, которые расположены на одной из трех сторон треугольника, занимая три этажа здания, поднимаются по спирали. Такой подход влияет общее настроения людей в здании и обеспечивает микроклимат, необходимый для естественной вентиляции. [4]

30 st Mary Axe – это 180 метровое здание (40 эт.) в котором расположились офисы компании Swiss Re, ресторан на верхнем этаже с панорамным видом на Лондон и общественной частью на нижних уровнях. Под застройку был выделен участок 80x80 метров. Изначально первые этажи занимали всю эту площадь, но благодаря диагональной стальной решетки, центральный элемент можно было сделать очень тонким, что позволило оставить большие свободные пространства. Круглая в плане башня расширяется в середине и потом сужается кверху. Здание не выглядит таким громоздким, как выглядел бы обычный прямоугольный



небоскреб аналогичной площади; из-за того, что здание тонкое, оно отбрасывает меньше тени, форма повышает прозрачность здания и увеличивает проникновение солнечного света в нижние этажи. В средней части башни максимальные офисные площади; то, что она сужается кверху, увеличивает количество солнечного света в этой зоне. Аэродинамическая форма заставляет ветер естественно обогнуть здание, что минимизирует завихрения воздуха и образование облаков. Воздух не устремляется вниз, как это происходит с обычными прямоугольными небоскребами, что охраняет комфорт пешеходов. Естественная вентиляция в здании осуществляется за счет шести атриумов, которые постепенно поворачиваются вокруг оси на каждом этаже. За счет такого винтообразного атриума здание естественно вентилируется 40% времени, что способствует экономии энергии. [5]

Отличительной чертой британского архитектора является его бережное отношение к природе, стремление к максимальной экологичности, учет новаций в области энергосбережения. В проектах Нормана Фостера потоки света и воздуха регулируются самими зданиями, что значительно экономит энергию. Он любит работать со стеклом и сталью, старается, чтобы созданные им постройки органично вписывались в окружающую среду.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Jameson House [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.fosterandpartners.com/projects/jameson-house/>. Дата обращения: 08.03.2017.
2. The Bow [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.fosterandpartners.com/projects/the-bow/>. Дата обращения: 09.03.2017.
3. Hearst Tower [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.fosterandpartners.com/projects/hearst-tower/>. Дата обращения: 11.03.2017.
4. Commerzbank Headquarters [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.fosterandpartners.com/projects/commerzbank-headquarters/>. Дата обращения: 19.03.2017.
5. 30 st Mary Axe. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.fosterandpartners.com/projects/30-st-mary-axe/> Дата обращения: 19.03.2017.

## ЗАЩИТНО-ДЕКОРАТИВНЫЕ ФУНКЦИИ ФАСАДОВ

Моисеева Т.Ю., студент  
*к.т.н., доцент Еропов Л.А.*

Всем известный факт - фасад является лицом любого здания. То, как оно выглядит, дорого или дешево, величественно или обычно - все это зависит только от вида фасада. Именно по этой причине создаются разные впечатления по отношению к тем или иным зданиям, даже не смотря на их внутреннее содержание. Это очевидно и понятно, так как людей проходящих мимо намного больше, чем посетителей этих зданий. Именно поэтому фасады играют такую важную роль в «жизни» любого здания или сооружения. И именно поэтому создавать новые материалы для отделки фасадов так важно.

Привлекательность фасада- это хорошо, но нельзя забывать о том, что фасадная отделка должна играть и защитную функцию. Тем самым, решать сразу несколько задач.

Все виды отделки фасадов разделяют на три группы: фасадные краски, декоративные штукатурки и облицовочные материалы.

Не смотря на это, все эти группы должны отвечать по нескольким требованиям: декоративные и эксплуатационные свойства покрытия, то есть декоративные свойства -это цвет, структура, степень блеска или матовости, удобность нанесения и установки. Эксплуатационные- это стойкость к воздействию атмосферных осадков, к перепаду температур, а также ремонтпригодность и долговечность.

Рассмотрим несколько материалов для фасадов, которые предлагаются современным рынком.

Сайдинг. Был разработан американскими компаниями. Используется в России, чаще всего, для отделки загородных домов. По материалам сайдинги могут быть: алюминиевые, стальные, деревянные, виниловые и фиброцементные. Наиболее популярным является виниловый сайдинг, по причине хорошего качества самого материала, простой монтаж и уход. Данный материал отвечает всем вышеперечисленным требованиям. Что касается цвета, то чаще всего выбирают светлые оттенки, так как происходит отражение света и тепла, не давая нагревать внутренние помещения, тем более светлый цвет меньше выгорает, нежели темные оттенки. Темный цвет сайдинга, значительно, дороже. Конструкция, чаще

всего, одинаковая не смотря на разнородность производителей. Также сайдинги могут быть горизонтальными и вертикальными. Установить данные панели невозможно без специальных крепежей. [1]

Фасадные термопанели. Они позволяют решать одни из главных строительных задач- повышение теплозащиты и эстетичности здания, при снижении трудоемкости и сроков работ. Технология производства фасадных термопанелей заключается в формовке керамической клинкерной плитки и экстрадированного полистирола М40. Отличает этот строительный материал от других то, что он имеет высокую механическую прочность и морозоустойчивость, а также имеет стойкость к многим проблемам, которые вызывают агрессивное воздействие действием влаги.

Клинкерная плитка. Создается путем термической прессовки в полистирол М40, который оснащен списком полезных свойств: огнеупорность, теплоизоляционные свойства, которые позволяет сэкономить около 40 % расходов на отопление. Благодаря тому, что данная плитка устанавливается внахлест, обеспечивается влагонепроницаемость при косом дожде. А затирка швов полностью изолирует стыки. Удобность данной отделки в том, что ее можно крепить к любому типу фасада, даже на кривые стены. Большое преимущество клинкерной плитки в том, что ее можно использовать при реставрации каких-либо старых зданий, так как сама плитка имеет маленький вес, а фасады таких домов обладают хрупкостью. [2]

Также существуют облицовочные кирпичи. Их отличает от обычных кирпичей то, что две их поверхности с повышенным качеством обработки. Это значит, что необходимость штукатурить здание, отпадает. Требование к облицовочным кирпичам значительно выше, чем к обычным, строительным. Именно по этой причине цена намного выше. Такие кирпичи могут иметь разную структуру, форму и даже имитировать природные камни. Не смотря на то что облицовочный кирпич и обычный, имеют, практически, одинаковый размер, то первый- намного легче. Чаще всего его выпускаем пустотелым, благодаря этому, такой кирпич обладает хорошими теплоизоляционными свойствами. А также имеет высокую морозостойкость и низкую поглощаемость влаги. [2]

Облицовочный кирпич, может быть по карману не всем, тогда его заменяют керамической плиткой, которая имитирует облицовочный кирпич. Она состоит из той же глины, что и кирпич. Технические характеристики не уступают облицовочному кирпичу, но есть одна

осторожность в разном коэффициенте температурного расширения, из-за это может плохо держаться или вовсе, быстро разрушиться. Поэтому стоит учитывать этот коэффициент при выборе плитки.

Если говорить об отделках фасада для какого-либо общественного здания или сооружения и из более дорого материала, то существуют композитные панели из алюминия, которые были изобретены в начале восьмидесятых годов двадцатого века. Панель состоит из двух слоев алюминия, а между ними находится пластиковый и минеральный наполнитель и он трудновоспламеняем. Преимущество этих панелей в том, что их можно резать, клеивать, гнуть, вальцевать и так далее. Это одни из самых важных факторов, чтобы воплотить уникальность и неповторимость облика фасада.

Фасадные кассеты. Это один из видов вентилируемого фасада, с помощью которого можно преобразить, практически, любое здание. Параметры и размеры этих кассет могут быть разными, и полностью зависит от дизайнерского решения и технологической необходимости. Это элементы, чаще всего, прямоугольной формы, в виде длинных полос разной ширины. Современные кассеты имеют, значительно, меньший вес. Установка и крепление фасадных кассет осуществляется в зависимости от конструкции профиля модели облицовки. Существует два варианта соединения элементов- открытый и закрытый. Главным недостатком является высокая стоимость. [3]

Облицовочное стекло. При производстве такого стекла совершается нанесение стекломали, а под воздействием высоких температур происходит спекание материала, с последующим образованием цельной конструкции. Благодаря этому можно получить стекло не только разных цветов, но и зеркальную поверхность. Именно такие здания с остекленными фасадами обладают хорошими и достойными эксплуатационными свойствами и, соответственно, привлекательный внешний вид.

Сэндвич- панели. В основном, в качестве внешней обкладки применяется металлический оцинкованный лист с полимерным покрытием — полиэстер, пурал, поливинилфторид, пластизол. Такие панели обладают хорошей теплоизоляцией и имеет хорошие показатели по звукоизоляции. Небольшой вес, благодаря этому монтаж, погрузка, разгрузка, значительно требует меньше сил и средств. Экономичнее возводить здания именно из сэндвич-панелей, так как этот срок,

значительно сокращается. В дальнейшем меньше затрачивается средств на само отопление здания. Один из главных плюсов- это долговечность.

Декоративный камень. Изготавливается в виде рваной, пиленой, колотой или слоеной горной породы. Богатая расцветка, узоры и разводы на качественном искусственном материале. Такой вид облицовки подойдет тем, кому не важна стоимость отделки, плюс к тому, что декоративный камень легче натурального гранита, песчаника или мрамора. Декоративный камень отличить от настоящего практически, невозможно.

Мрамор. Такой вид облицовки фасада имеет массу преимуществ: долговечность, прочность, уникальный рисунок, широкий выбор цветовой гаммы. Благодаря таким мраморным плитам, облик здания, автоматически, становится элегантным, благородным и в то же время строгим. Требуют особого крепления. Мраморная крошка является очень удобным материалом. Высокая стойкость к перепаду температур, долговечность, влагостойкость. Для мраморной крошки, существует несколько видов крепления: метод влажной фиксации (на основе использования специальных клеевых смесей), фиксация без клея, крепление с использованием монтажной системы, комбинированная фиксация.

Здесь рассмотрена только часть отделок для фасадов, ведь с каждым годом, будут появляться все новые и новые материалы, которые будут включать в себя только преимущества, и все меньше недостатков. Облики зданий будут меняться в ногу со временем, тем самым повышать современный уровень облика всего города.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ЭЛЕКТРОННЫХ РЕСУРСОВ

1. По материалам компании ООО "КАМРОК-ПРО" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [http://www.stroyamat.ru/view\\_stat.php3?id\\_=1088](http://www.stroyamat.ru/view_stat.php3?id_=1088). Дата обращения: 12.03.2017.
2. По материалам справочника "Строительные материалы. Где их можно приобрести" № 4 за 2007 г. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.bcetyt.ru/construction/materials/52564318.html>. Дата обращения: 12.03.2017.
3. REWERS.RU - Современные технологии строительства и ремонта. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [http://rewers.ru/articles/fasad\\_821.html](http://rewers.ru/articles/fasad_821.html). Дата обращения: 12.03.2017.

## САМЫЕ ВЫСОКИЕ ЗДАНИЯ КОНТИНЕНТОВ

Моисеева Т.Ю., студент  
*доцент Черепушкина А. А.*

Самой главной предпосылкой для строительства высотных зданий - сосредоточение коммерческой, финансовой, промышленной деятельности в месте, ограниченном по площади. В этом случае город просто вынужден «расти» вверх, тогда стоимость участка под застройку становится настолько большой, что экономически неоправданно меньшее по площади здание. Создаются целые поля из высотных кварталов с узкими каньонами улиц. Подобно деревьям в джунглях, между ними идет борьба за высоту, чтобы, вырвавшись из окружения собратьев, получить место под солнцем не только в буквальном значении инсоляции, но и в приобретении особого статуса. [1]

Градостроительная ситуация в подобных городах регулируется ограничением высоты домов и резервированием отдельных участков в качестве общественных пространств. Негативное психологическое воздействие подобного ландшафта не рассматривается как сдерживающий фактор, поскольку большую часть домов составляют офисы, а жилье сосредоточено в малоэтажных пригородах. Между двумя типами застройки существует среднеэтажная буферная зона, которая при необходимости может быть использована как резерв для строительства небоскребов.

Существует схема критерий, по которым сравниваются положения стран в мире, для дальнейшего строительства небоскребов. Она делится на три типа: глобальный, локальный и индивидуальный. Эти критерии указывают на то, что строительство небоскребов и их количество, зависит от хорошего финансового положения, высокой социальной развитости, международных отношений и поддержание своего, определенного, мирового статуса. А есть такие города, у которых низкое даже тяжелое финансовое положение, но они возводят небоскребы, исключительно, в соревновательных целях.

Также существует пять подтипов: социология, экономика, экология, культура и прогноз. Учитывая эти критерии можно провести анализ и найти самую подходящую территорию под строительство небоскребов.

С географической точки зрения, большинство небоскрёбов размещены в сейсмических зонах. [2] Именно в этих местах проходят швы между литосферными плитами, следовательно, эти швы находятся ближе к поверхности земли. Это необходимо для того, чтобы длинные фундаменты достигали твердых пород, и закреплялись в них, если же этого не происходит, фундамент становится висячим.

Если рассматривать все континенты по уровню социально-экономического развития, то будет видно, что наиболее развитые страны и города в этой сфере являются: Северная Америка, Европа, Дубай, Австралия и Япония. И если проанализировать карту долгов, то картина, практически не меняется. За исключением Европы, Японии, России и Китая. Эти страны, практически, не имеют долгов.

С экологической точки зрения, в вышеперечисленных районах, уровень благоприятной экологии находится на среднем и выше среднего уровнях, кроме России, Китая и Японии. В этих странах уровень неблагоприятной и максимально неблагоприятной экологии.

По культурному развитию страны такие как: Северная Америка, Европа, Япония, Австралия и нижняя часть Южной Америки имеют выше среднего, высокие и самые высокие индексы. Самым необразованным континентом является Африка.[3]

Из данного анализа можно составить прогноз. Не смотря на то, что известно, какой небоскрёб будет самым высоким к 2020 году (Jeddah Tower высота больше 1 км), мы выявили, что в конце концов, пальму первенства в строительстве самых высоких небоскрёбов, возьмут именно: Северная Америка, часть Европы и Австралия, так как именно они имеют максимально высокие показатели по всем вышеперечисленным пунктам.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ЭЛЕКТРОННЫХ РЕСУРСОВ

1. DELOVOY KVRTAL современная архитектура [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://delovoy-kvartal.ru/novyie-vavilonyi/>. Дата обращения: 19.03.2017.
2. StudySpace - Общедоступное хранилище знаний [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://studyspace.ru/ekonomika/neboskreby-vyzyvayut-zemletryaseniya.html>. Дата обращения: 19.03.2017.
3. BIT.UA [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://bit.ua/2013/12/40-neobychnyh-y-ynteresnyh-kart-myra/>. Дата обращения: 19.03.2017.

## ЧТО ТАКОЕ ИСКУССТВО В ПОНИМАНИИ ПАВЛА ФИЛОНОВА

Орлова И.М., студент  
*старший преподаватель Богомазова В.В.*

Павел Николаевич Филонов (8 января 1883, Москва — 3 декабря 1941, Ленинград) — яркий представитель русского авангарда 1910-1920-х годов, один из самых загадочных и непонятых художников своего времени.

Он проявил себя и как художник-практик, и как организатор «Мастерской Аналитического искусства», которая, несмотря на неприятие ее официальными властями, просуществовала в течение всех 1930-х годов. За ним последовали такие художники, как Татьяна Николаевна Глебова, член основанной Павлом Филоновым мастерской, Павел Яковлевич Зальцман, Николай Иванович Евграфов и другие.

Русскому музею принадлежит практически все наследие Павла Филонова. Уникальная цельность коллекции позволяет с исчерпывающей полнотой раскрыть сложность и драматизм искусства мастера, проследить его путь от первых работ, таких как «Головы» (1910 г.) - «первая картина», по утверждению самого художника – до «формул», провозглашения «принципа сделанности» и теории аналитического искусства.

В 1913 году на выставке «Союза молодежи» Филонов демонстрирует целый ряд своих произведений, сопровождая показ манифестом «Сделанные картины», в котором как главный творческий принцип провозглашался «принцип сделанности»: «...Упорно и точно думай над каждым атомом делаемой вещи ... упорно и точно рисуй каждый атом, упорно и точно вводи прорабатываемый цвет в каждый атом, чтобы он туда въедался, как тепло в тело, или органически был связан с формой, как в природе клетчатка цветка с цветком...». [2]

В каталоге, изданном Русским музеем, напечатаны тезисы из рукописи Филонова «Идеология Аналитического Искусства». Каталог, выпущенный в количестве тысячи экземпляров в 1929 году, давно стал библиографической редкостью.

Следует рассмотреть некоторые из них:

«Произведение искусства есть любая вещь, сделанная с максимумом напряжения аналитической сделанности; единственным



профессиональным критерием вещи является ее сделанность; мастер и ученик должны в своей профессии любить все, что „сделано хорошо“, и ненавидеть все, что „не сделано“; при аналитическом мышлении процесс изучения целиком входит в процесс работы над делаемой вещью; искусство есть отражение через материал или фиксация в материале борьбы за становление высшим интеллектуальным видом человека и борьбы за существование этого высшего психологического вида; этому же равна и действующая сила искусства по отношению к зрителю, то есть она и делает высшим и зовет высшим; работа над содержанием есть работа над формой и обратно; чем сильнее выявлена форма, тем сильнее выявлено содержание.; каждая линия должна быть сделана; каждый атом должен быть сделан, вся вещь должна быть сделана и выверена.» [1]

Так что такое искусство в понимании Павла Филонова, каков его принцип? В «Идеологи Аналитического искусства и принципа сделанности», художник пишет: «Искусство или творчество — это действие интеллектуальной, энергетической силой человека, работающего над вещью и над материалом, из которого эта вещь делается... Творчество, как сделанность, как мышление и труд, есть организационный фактор, переделывающий интеллект художника в высшую по силе и верности анализа форму: результат творчества, т.е. делающаяся и сделанная вещь, что бы она ни изображала, есть фиксация процесса мышления, т.е. эволюция происходящего в мастере...» [4]

Стоит задуматься над этими словами, так как в них есть параллели с теорией аналитического искусства, а в особенности в фразах «энергетическая сила человека» и «творчество, как сделанность». Филонов говорил о том, что любой шаг в работе, в преобразовании и исследовании формы имеет огромное значение. Это работа над материалом, работа с временем, фиксация каждого атома и элемента материи.

Следует отметить несколько работ Филонова, особенно отражающих принципы, провозглашенные в «Идеологи Аналитического искусства и принципа сделанности» - это «Пир королей» (1913 г.), «Крестьянская семья» (1914 г.), «Мужчина и женщина» (1913 г.). Эти работы относятся к периоду Активной деятельности «союза художников», выставок и мероприятий, до того, как «Союз...» распался в 1914 году.

Работы этого периода наиболее ярко показывают все то основное, о чем учил Павел Филонов: мотивы борьбы, предчувствия грядущих

событий, переплетенная с тревожностью и одновременно «живостью природы».

Короли пируют, «разыгрывают» свои привычные роли, образы подчеркнута гротескны, вся сцена подобна видению Апокалипсиса. Образы в «Крестьянской семье» содержат некую особую символику – образы красные, бордовые, сливаются и перетекают от «общего к частному», картина как бы зашифровывает в себе общее, всечеловеческое. В работе «Мужчина и женщина» фигуры вытянуты, «сделаны», вписаны в картину «по атомам», в центре фигура кладет руку на сердце.

Эти три работы могут служить наглядной «азбукой» «принципа сделанности», передавать «острое аналитическое напряжение». Эти работы как бы остро вписаны в холст, они «живые» и они «сделаны».

В рукописях и манифестах Филонова встречаются так же понятия органической, спекулятивной, организационной и аналитической сделанности. Одно из главных значений термина «органическая сделанность» связано с достижениями «органической эстетики», с умением художника передать «сырость непредвзятой фактуры». Следует «добиваться нутром, а не каноном», писал Филонов в «Декларации «Мирового Расцвета» в 1923 году.

По отношению к термину «организационная сделанность» можно выделить два направления. Первое из них соотносит это понятие с искусством древнерусской иконы. Согласно второй, этот термин близок к понятию «аналитическая сделанность» и употребляется для обозначения способа работать «включенным выводом». [5]

«Включенный вывод» опирается на правило «от общего к частному», что в принципе, допускалось Филоновым лишь как исключение, «по слабости», а не по «силе» интеллекта или мастерства.

Филонов владел всеми методами в совершенстве и демонстрировал аналитическую — «высшую культуру сделанности», умея организовать «вывод» пульсирующей энергии в ритм и звук. А это значит, что его произведения содержат «творческий импульс», с помощью которого можно «включить» раскрепощающий деятельность мозга определенный ритм дыхания, работы сердца и других органов человека. Особенно это относится к картинам «вводам», «формулам» и «композициям», выполненным в цвете. [5]

«Цель наша — работать картины и рисунки, сделанные со всей прелестью упорной работы, так как мы знаем, что самое ценное в картине

и рисунке — это могучая работа человека над вещью, в которой он выявляет себя и свою бессмертную душу. ...Относительно живописи мы говорим, что боготворим её, введённую и ввевшуюся в картину, и это мы первые открываем новую эру искусства — век сделанных картин и сделанных рисунков, и на нашу родину переносим центр тяжести искусства, на нашу родину, создавшую незабываемо дивные храмы, искусство кустарей и иконы» [3]

Впрочем, все его творчество, как было заявлено в рукописи «Идеология Аналитического искусства и принцип сделанности», — «что бы ни изображалось на картине, прежде всего есть отображение через материал и фиксация через материал борьбы за становление высшим интеллектуальным видом человека и борьбы за существование этого высшего психологического искусства...» [4]

Подводя итог, следует сказать, что поиск Филоновым своего пути, пути «сделанности», поиск истинного пути искусства – увенчался успехом.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. П. Филонов, Л. Правоверова. Павел Филонов: реальность и мифы. М.: ред. Л. Правоведова.: Изд-во Аграф, 2008. – 670 с.
2. П. Филонов, Д. Н. Какабадзе, Э. Лассон-Спирова, Е. Псковитинов. «Интимная мастерская живописцев и рисовальщиков «Сделанные картины».: 1914.
3. П. Филонов: Живопись. Графика. Из собрания Государственного Русского музея. Каталог выставки. — Ленинград: Аврора. 1988
4. П. Филонов. 1883-1941. Каталог. Новосибирск. Академгородок. 1967. – с. 6.
5. Маркина Г.И. Аналитическое искусство П.Н. Филонова: о сущности основных понятий и принципов // Серия “Symposium”, Эстетика сегодня: состояние, перспективы., Выпуск 1 / Материалы научной конференции. 20-21 октября 1999 г. Тезисы докладов и выступлений Санкт-Петербург: Санкт-Петербургское философское общество, 1999. - с. 49-
6. Панорама искусств. Вып. 11. — М., 1988. — С. 108—127.

## **НОВЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АРХИТЕКТУРНОМ РЕШЕНИИ ФАСАДОВ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ**

Роголина А.Р, студент  
*к.т.н., доцент Еропов Л.А.*

Материал является мощным объективным стимулом развития современной архитектуры. Виды и свойства материалов и изделий из них связаны с процессами создания, развития и восприятия архитектурной формы.

Большинство современных отделочных материалов не имеют возможности очищаться от окрашивающих веществ без вреда для текстуры и первоначальной цветовой фактуры. Новая технология изготовления фиброцементных панелей EQUITONE позволяет при реконструкции сохранить первоначальный вид материала. Физические свойства данных панелей обеспечивают длительную эксплуатацию под воздействием многих агрессивных факторов. Срок службы изделий превышает пятьдесят лет. Благодаря малой толщине и облегченному весу фиброцементные фасадные панели не требуют усиления несущих конструкций и мощного фундаментного основания. Этот облицовочный материал легко поддается перфорированию, шлифовке, принтованию, допускается обработка пескоструем. Творческие архитекторы используют панельный фибробетон EQUITONE для воплощения нестандартных творческих идей в отделке фасадов и при оформлении помещений. [1]

Перфорированные панели являются современным декоративным материалом для наружных облицовочных работ. Выделяют следующие разновидности современных перфорированных панелей: древесноволокнистые перфорированные панели высокой плотности (ХДФ); перфорированные металлические панели; перфорированные пластиковые панели; гипсокартонные перфорированные панели. Кроме того, существуют и более изощренные модификации данного материала. В зависимости от нахождения в той или иной ценовой категории, различают перфорированные панели, отделанные натуральным шпоном, ламинатом и фольгой.

Перфорированные панели из металла нашли свое применение в сфере бизнеса и киноиндустрии, где широко распространена

ультрасовременная технология – медиафасад. Конструкция медиафасада предполагает установку светодиодной панели под прозрачным фасадным экраном или поверх готового фасада. Функцию фасадного экрана успешно выполняют перфорированные металлические панели, использование которых надежно защищает светодиодную конструкцию.

Алюминиевые перфорированные панели отлично выдерживают резкие колебания температуры и влажности, а также абсолютно не подвержены коррозионным процессам. Их широкое использование обусловлено долговечностью, небольшим весом, а также легкостью монтажных и демонтажных мероприятий.

На рынке современных материалов также выделяют цинк-титановые панели компании RHEINZINK. На открытом воздухе эти панели со временем покрываются благородной патиной. Такая естественная оксидно-карбонатная пленка служит натуральной защитой металла от коррозии. Кроме того, цинк-титан обладает рядом других уникальных качеств, благодаря которым он находит применение на объектах, сертифицированных по международным «зелёным» стандартам: он подлежит стопроцентной вторичной переработке, экологически безопасен, защищает здание от электросмога и служит естественным молниеотводом. Материал полностью соответствует требованиям «устойчивого» строительства. [2]

Настоящим прорывом в градостроительстве стала керамическая отделка зданий от ARCH-SKIN. Применяемый метод обработки поверхности керамики позволяет безупречно воспроизводить цвет, фактуру и текстуру всех известных материалов — от натурального камня и различных пород дерева до металла и бетона, что дает возможность, во-первых, экономить естественные ресурсы, а во-вторых, исключить пороки, которыми обладают натуральные материалы. Прочность и гибкость керамики полностью оправдывает ее название — «архитектурная кожа». [3]

Низкоэмиссионный слой в ламинированном стекле — еще один шаг в сторону “идеального фасада” и “идеального купола”. Однокамерный стеклопакет с любым (К-стекло, I-стекло) низкоэмиссионным стеклом обладает большим эффектом энергосбережения, чем двухкамерный стеклопакет с обычными стеклами, что позволяет экономить денежные средства при эксплуатации объекта. [4]

Архитектор должен заботиться не только о внешности здания, но и том, что внутри, создавая человеку комфортную среду обитания. Ответственный подход к выбору материала, рассмотрение его свойств и характеристик, определяет качество проекта. Каждый материал по-своему уникален, имеет свои положительные и отрицательные стороны, свою специфику, все это должно учитываться при создании художественного образа. Ведь от верного решения зависит не только «лицо» здания, но и эстетическая культура и здоровье людей, которые непосредственно связаны с ним.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фиброцементные панели EQUITONE: [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.eternit.ru/catalog/tectiva>. Дата обращения: 15.12.2016. Время обращения: 17:45
2. Фасадные перфорированные панели: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://http://fasadam.ru>. Дата обращения: 11.10.2016. Время обращения: 18:20
3. Керамика ARCH-SKIN: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.arch-skin.ru>. Дата обращения: 15.12.2016. Время обращения: 19:55.
4. Виды стекол с покрытиями и технологии нанесения покрытий: [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.isnano.ru>. Дата обращения: 20.12.2016. Время обращения: 12:15.

**КАФЕДРА «АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ»**

## ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА

Агашин А.О., магистрант  
*доцент, к.т.н. Самойлова Л.И.*

Загрязнение водотоков (водоемов) поверхностными сточными водами с автомобильных дорог и мостов составляет незначительный удельный вес от загрязнения водной среды отходами промышленного и химического производств, однако этот вид воздействия следует оценивать в проектной документации на развитие автомобильных дорог и мостовых переходов.

Оседающие на покрытиях автомобильных дорог пыль, продукты износа покрытий, шин и тормозных колодок, выбросы от работы двигателей автомобилей, материалы, используемые для борьбы с гололедом, пылеподавления и т.д. приводят при смыве дождевыми и талыми водами к насыщению вод поверхностного стока различными загрязняющими веществами, в том числе взвешенные вещества, нефтепродукты (бензин, дизельное топливо, масла, мазут), которые затем могут попадать в водотоки.

Оценку загрязнения поверхностного стока (сброса) с автомобильных дорог и выявление необходимости его очистки следует производить расчетом предельно допустимого сброса веществ в водный объект.

Предельно допустимый сброс в водный объект (ПДС) - масса веществ или микроорганизмов в сточных водах, максимально допустимая к отведению с установленным режимом в данном пункте водного объекта в единицу времени с целью обеспечения норм качества воды в контрольном створе.

При расчете ПДС должны учитываться следующие рекомендации:

- при сбросе сточных (поверхностных) вод в черте города (населенного пункта) требования к составу и свойствам воды водотока или водоема должны относиться к самим сбрасываемым сточным (поверхностным) водам;

- при сбросе сточных (поверхностных) вод вне черты города (населенного пункта) расчет ПДС должен выполняться с учетом степени возможного их смешения и разбавления с водой водного объекта на пути от места выпуска до расчетного (контрольного) створа ближайших



пунктов хозяйственно-питьевого, культурно-бытового и рыбохозяйственного водопользования, а также качества воды водоемов и водотоков выше места проектируемого сброса сточных (поверхностных) вод;

- расчет следует выполнять с учетом общих требований к составу и свойствам воды водных объектов и предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ в воде водных объектов;

- расчетный (контрольный) створ ближайших пунктов водопользования для хозяйственно-питьевого и коммунально-бытового водопользования определяется органами и учреждениями санитарно-эпидемиологической службы, а для рыбохозяйственного водопользования - органами Роскомрыболовства, но не далее чем в 500 метров от места выпуска.

Для определения кратности разбавления сточных (поверхностных) вод в водном объекте при расчете ПДС необходимо руководствоваться следующими требованиями:

- расчеты следует проводить исходя из среднечасовых расходов воды водного объекта и из среднечасовых расходов фактического периода спуска сточных (поверхностных) вод;

- расход фактического спуска поверхностных сточных вод определяется как расход дождевых или талых вод с соответствующих площадей водосбора автомобильной дороги или моста;

- расчетный расход не зарегулированных водотоков должен приниматься как минимальный среднемесячный расход воды в водотоке 95 % обеспеченности по данным органов Росгидромета или определяться в соответствии с СП 33-101-2003.

Оценка уровня загрязнения поверхностного стока преследует следующие цели:

1. Определить предельно допустимый сброс (ПДС) загрязняющих веществ в водоток.

2. Оценить загрязнение поверхностного стока и необходимость его очистки.

Расчет ведется для дороги ИБ категории с 4 полосами движения во Владимирской области. Длина участка дороги составляет 1100 м, площадь участка – 3,025га, продольный уклон - 12 ‰. Характеристики реки: река имеющая рыбохозяйственное значение – I категория, средняя скорость воды в русле – 0,3 м/с, средняя глубина в русле – 5 м, ширина русла – 4 м,

коэффициент извилистости русла - 1,1; фоновая концентрация взвешенных веществ в реке в бытовых условиях - 9 мг/дм<sup>3</sup>. Расстояние от места выпуска поверхностных сточных вод до контрольного створа по течению реки составляет 400 м.

Исходя из данных, находим среднемесячный расход воды в водотоке:

$$Q_в = w \cdot V_{ср} = 4 \cdot 0,3 = 1,2 \text{ м}^3/\text{с}.$$

где  $w$  – площадь живого сечения реки, м<sup>2</sup>;  $V_{ср}$  - средняя скорость воды в русле, м/с.

Расчет фактического сброса загрязняющих веществ в водоток и предельно допустимого сброса выполняют в следующей последовательности.

1. Расчетный расход поверхностных сточных вод определяется как среднечасовой расход воды фактического периода стока дождевых (ливневых) вод или талых вод.

Расчет расхода дождевых вод следует производить по СП 32.13330.2010 с учетом местных региональных климатических факторов.

Среднечасовой расход дождевых (ливневых) вод с поверхности участка автомобильной дороги или моста, имеющего площадь менее 5 га, определяют по формуле:

$$Q_{л} = q_{уд} * F * k = 4 * 3,025 * 1,24 = 15,0 \text{ л/с} = 0,015 \text{ м}^3/\text{с}$$

где  $Q_{л}$  - расход дождевых вод, л/с;  $q_{уд}$  - удельный расход дождевых вод с 1 га,  $q_{уд} = 4$  л/с;  $F$  - площадь участка автодороги (моста), с которого будет поступать вода в водоток,  $F = 3,025$ га;  $k$  - коэффициент, учитывающий изменение удельного расхода воды,  $k = 1,24$ .

2. Среднечасовой расход талых вод определяют по формуле:

$$Q_{т} = \frac{5,5}{10+t} * F * h_{т} * K_{с} = \frac{5,5}{10+1} * 3,025 * 25 * 0,8 = 30,25 \text{ л/с} = 0,0303 \text{ м}^3/\text{с}.$$

где  $Q_{т}$  - расход талых вод, л/с;  $t$  - время притока талых вод до расчетного участка, при отсутствии данных  $t = 1$  ч;  $F$  - площадь водосбора талых вод с участка автодороги или моста,  $F = 3,025$ га;  $h_{т}$  - слой талого стока за 10 дневных часов,  $h_{т} = 25$  мм;  $K_{с}$  - коэффициент, учитывающий окучивание снега,  $K_{с} = 0,8$ .

3. Фактический сброс загрязняющих веществ с поверхностными сточными водами по каждому компоненту определяют по формуле:

$$C_{ф} = 3,6 * C_{к} * Q_{с} ,$$

Взвешенные вещества  $C_{\phi} = 3,6 * 2700 * 30,25 = 294\ 030$  г/ч

Свинец  $C_{\phi} = 3,6 * 0,3 * 30,25 = 32,67$  г/ч

Нефтепродукты  $C_{\phi} = 3,6 * 26 * 30,25 = 2\ 831$  г/ч

где  $C_{\phi}$  - фактический сброс загрязняющих веществ, г/ч; 3,6 - коэффициент перевода в единицы измерения;  $C_{к}$  - фактическая концентрация загрязняющих веществ в поверхностном стоке по каждому компоненту, мг/л;  $Q_c$  - наибольший расчетный расход из дождевых и талых поверхностных сточных вод,  $Q_c = 30,25$  л/с.

Фактическая концентрация загрязняющих веществ в талой воде с покрытий автодорог I категории составляет: взвешенные вещества  $C_{к} = 2700$  мг/л, свинец  $C_{к} = 0,3$  мг/л; нефтепродукты  $C_{к} = 26$  мг/л.

4. Предельно допустимый сброс (ПДС) загрязняющих веществ по каждому компоненту загрязнения определяют по формуле:

$$\text{ПДС} = 3,6 * C_{п} * Q_c,$$

Взвешенные вещества ПДС =  $3,6 * 48,7 * 30,25 = 5\ 303$  г/ч

Свинец ПДС =  $3,6 * 0,19 * 30,25 = 20,7$  г/ч

Нефтепродукты ПДС =  $3,6 * 1,59 * 30,25 = 173,2$  г/ч

где ПДС - предельно допустимый сброс загрязняющих веществ, г/ч; 3,6 - коэффициент перевода в единицы измерения;  $C_{п}$  - предельно допустимое содержание загрязняющего вещества в поверхностном стоке с учетом разбавления его с водой водотока, мг/л;  $Q_c$  - наибольший расчетный расход из дождевых и талых поверхностных сточных вод,  $Q_c = 30,25$  л/с.

Предельно допустимое содержание загрязняющего вещества в поверхностном стоке с учетом разбавления определяется по формуле Фролова-Родзиллера:

$$C_{п} = \frac{\gamma * Q_{в}}{Q_c} * (\text{ПДК} - C_{\text{фон}}) + C_{\text{фон}}$$

Взвешенные вещества  $C_{п} = \frac{0,8 * 1,2}{0,03025} * (10,25 - 9) + 9 = 48,7$  г/л

Свинец  $C_{п} = \frac{0,8 * 1,2}{0,03025} * (0,006 - 0) + 0 = 0,19$  г/л

Нефтепродукты  $C_{п} = \frac{0,8 * 1,2}{0,03025} * (0,05 - 0) + 0 = 1,59$  г/л

где  $\gamma$  - коэффициент разбавления сточных вод с водой водотока для заданного створа,  $\gamma = 0,8$ ;  $Q_{в}$  - среднемесячный (минимальный) расход воды в водотоке 95 % обеспеченности,  $Q_{в} = 1,2$  м<sup>3</sup>/с;  $Q_c$  - наибольший расчетный расход из дождевых и талых поверхностных сточных вод,  $Q_c = 0,03025$  м<sup>3</sup>/с; ПДК - предельно допустимая концентрация данного

загрязняющего вещества в водотоке (водоеме) по табл. 1, мг/дм<sup>3</sup>;  $C_{\text{фон}}$  – фоновая концентрация загрязняющего вещества в бытовых условиях в водотоке по данным органов Росгидромета и Санэпиднадзора, взвешенных веществ  $C_{\text{фон}} = 9 \text{ мг/дм}^3$ .

Коэффициент разбавления сточных вод в воде водотока определяют по методу В.А. Фролова и И.Д. Родзиллера:

$$\gamma = \frac{1 - \beta}{1 + \frac{Q_{\text{в}}}{Q_{\text{с}}} \beta} = \frac{1 - 0,0061}{1 + \frac{1,2}{0,03025} * 0,0061} = 0,8$$

Величину  $\beta$  определяют по формуле:

$$\beta = e^{-\alpha \sqrt[3]{L}} = \frac{1}{2,72 \alpha \sqrt[3]{L}} = \frac{1}{2,72 * 0,69 \sqrt[3]{400}} = 0,0061 ,$$

где  $L$  - расстояние от места выпуска поверхностных сточных вод до расчетного (контрольного) створа по течению реки,  $L = 400 \text{ м}$ ;  $\alpha$  - коэффициент, учитывающий влияние гидравлических факторов смешения, определяется по формуле:

$$\alpha = \zeta * \varphi * \sqrt[3]{\frac{E}{Q_{\text{с}}}} = 1 * 1,1 * \sqrt[3]{\frac{0,0075}{0,0303}} = 0,69,$$

где  $\zeta$  - коэффициент, зависящий от места выпуска поверхностных сточных вод в водоток,  $\zeta = 1$  для берегового выпуска;  $\varphi$  - коэффициент извилистости русла реки,  $\varphi = 1,1$ ;  $E$  - коэффициент турбулентной диффузии;  $Q_{\text{с}}$  - наибольший расчетный расход из дождевых и талых поверхностных сточных вод,  $Q_{\text{с}} = 0,0303 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Коэффициент турбулентной диффузии для равнинных рек определяют по формуле М.В. Потапова:

$$E = V_{\text{ср}} * \frac{h_{\text{ср}}}{200} = 0,3 * 5 / 200 = 0,0075,$$

где  $V_{\text{ср}}$  - средняя скорость воды в русле  $V_{\text{ср}} = 0,3 \text{ м/с}$ ;  $h_{\text{ср}}$  - средняя глубина в русле реки при заданном уровне,  $h_{\text{ср}} = 5 \text{ м}$ .

Предельно допустимая концентрация (ПДК) - максимальная концентрация вещества в воде, в которой вещество при ежедневном поступлении в организм в течение всей жизни не оказывает прямого или опосредованного влияния на здоровье населения в настоящем и последующих поколениях, а также не ухудшает гигиенические условия водопользования.

Сопоставляем значения фактического сброса ( $C_{\text{ф}}$ ) загрязняющих веществ по каждому компоненту с предельно допустимыми сбросами (ПДС) с учетом разбавления его в воде водотока. Сброс сточных вод в водоем недопустим, если  $C_{\text{ф}} \geq \text{ПДС}$ .

Предельно допустимая концентрация загрязняющих веществ  
в воде водных объектов рыбохозяйственного значения

Наименование веществ	Класс опасности	Предельно допустимая концентрация, ПДК, мг/дм <sup>3</sup>
Взвешенные вещества	4	10 или + 0,25 к фоновому содержанию для водных объектов рыбохозяйственного значения высшей и 1 категории; + 0,75 для водотоков 2 категории
Свинец	2	0,006
Нефтепродукты	3	0,05

Взвешенные вещества 294 030 > 5 303 г/ч

Свинец 32,67 > 20,7 г/ч

Нефтепродукты 2 831 > 173,2 г/ч

**Вывод:** Фактический сброс загрязняющих веществ с поверхностными сточными водами в водоток по взвешенным веществам, свинцу и нефтепродуктам превышает предельно допустимый сброс с учетом разбавления, т.е. поверхностные сточные воды требуют очистки перед сбросом в водоток.

На мостовом переходе не допускается сброс воды с покрытия непосредственно в водоток через водоотводные трубки или в стороны через тротуары и систему водоотводных лотков на конусах.

Необходимо запроектировать схемы поверхностного водоотвода с покрытия автомобильных дорог и мостов, обеспечивающие сбор вод поверхностного стока и направляющие их на очистные сооружения (отстойники).

Размещение любого очистного сооружения сопровождается негативным влиянием на окружающую среду. Очистное сооружение часто располагается в водоохранной зоне или в непосредственной близости от нее.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Водный кодекс Российской Федерации. – М., 2006. – 61 с.
2. ОДМ 218.3.031-2013. Методические рекомендации по охране окружающей среды при строительстве, ремонте и содержании автомобильных дорог. - М., 2014. - 85 с.
3. Руководство по оценке воздействия на окружающую среду при проектировании, строительстве, реконструкции и эксплуатации объектов дорожного хозяйства. / Минтранспорта РФ. - М., 2001. - 127 с.
4. Рекомендации по учету требований по охране окружающей среды при проектировании автомобильных дорог и мостовых переходов / Минприроды РФ. - М., 1995. - 107 с.

# ПРИРОДООХРАННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОД

Аськин Д.А., магистрант  
доцент, к.т.н. Самойлова Л.И.

Основными источниками загрязнения поверхностного стока являются пыль, промышленные сбросы, частицы несгоревшего топлива, продукты разрушения дорожных покрытий, мусор и т. д. Фактический сброс загрязняющих веществ с поверхностными сточными водами в водоток по взвешенным веществам, свинцу и нефтепродуктам, как правило, превышает предельно допустимыми сброс с учетом разбавления, т.е. поверхностные сточные воды требуют очистки перед сбросом в водоток.

Конструкция очистных сооружений поверхностных сточных вод должна выбираться с учетом объема образующегося загрязненного стока, требуемой глубины очистки загрязненного стока и фактического загрязнения очищаемого стока с автомобильной дороги, в соответствии с типами очистных сооружений, приведенных на рис. 1.



Рис. 1. Типы очистных сооружений на мостах

На мостовом переходе не допускается сброс воды с покрытия непосредственно в водоток через водоотводные трубки или в стороны через тротуары и систему водоотводных лотков на конусах. Необходимо запроектировать схемы поверхностного водоотвода с покрытия автомобильных дорог и мостов, обеспечивающие сбор вод поверхностного стока и направляющие их на очистные сооружения.

Большую долю загрязнений поверхностных вод составляют взвешенные вещества и более чем в 50 раз превышают предельно допустимый сброс (ПДС).

Для очистки воды от взвешенных веществ используют механические и физико-химические методы. К первым относят процеживание, отстаивание, центрифугирование и фильтрование, ко вторым - коагуляция, флокуляция и флотация.

Очистку вод от основной массы грубодисперсных примесей осуществляют в сооружениях, принцип работы которых основан на действии гравитационных сил. К ним относят отстойники, песколовки (рис. 2), нефтеловушки, илоуплотнители, гидроциклоны, осветлители. Для более тщательной очистки применяют фильтры различной конструкции.

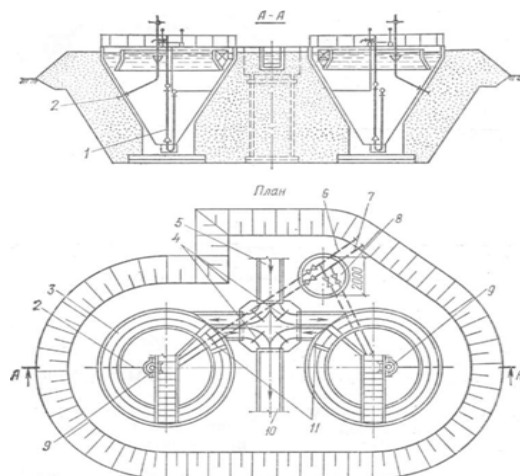


Рис. 2. Песколовка с круговым движением воды:

- 1 - гидроэлеватор; 2 - трубопровод для отвода всплывающих примесей; 3 - желоб;
- 4 - поверхностные затворы с ручным приводом; 5 - подводящий лоток; 6 - пульпопровод; 7 - трубопровод для рабочей жидкости; 8 - камера переключения; 9 - устройства для сбора всплывающих примесей; 10 - отводящий лоток; 11 - полупогружные щиты

Отстойники (рис. 3) являются основными сооружениями механической очистки сточных вод, используются для удаления оседающих или всплывающих грубодисперсных веществ. Современные конструкции сооружений по отстаиванию являются проточными, и осадение взвесей в них происходит при непрерывном движении воды от входа к выходу. Скорости движения воды при этом малы, а поток почти полностью лишен транспортирующей способности. Осаждение взвеси в таком потоке подчиняется законам осаждения в неподвижном объеме жидкости. Скорость стесненного осаждения меньше скорости свободного осаждения вследствие возникновения восходящего потока жидкости и большей вязкости среды.

По режиму работы различают отстойники периодического действия (контактные) и непрерывные (проточные).

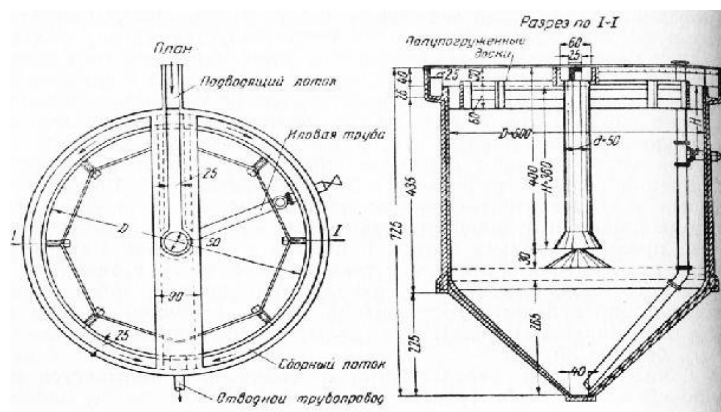


Рис. 3. Вертикальный отстойник

Первые применяются для очистки малых объемов сточных вод, вторые - для очистки любых объемов загрязненных вод.

Применение отстойников из тонкослойных блоков различной конструкции с элементами полочного и трубчатого типа, изготавливаемые из профилированного листа, дает возможность сократить продолжительность отстаивания и объем отстойников. Тонкослойные отстойники позволяют значительно интенсифицировать процесс осаждения взвесей, на 60 % уменьшить площадь застройки и на 25 - 30 % повысить эффект осветления воды по сравнению с обычно применяемыми отстойниками.

К отстойникам относят осветлители, где одновременно с отстаиванием сточная вода фильтруется через слой взвешенного осадка (рис. 4), а также комбинированные сооружения: осветлители - перегниватели и двухъярусные отстойники, в которых наряду с осветлением воды осуществляется сбрасывание и уплотнение выпавшего осадка. Для повышения эффективности осаждения в воду вводят коагулянты и флокулянты.

Фильтровальные сооружения могут использоваться в качестве второй ступени осветления в схеме с отстойником. Процесс фильтрования сопровождается значительными затратами энергии.

Для скорых фильтров используют открытые (самотечные) или закрытые (напорные) резервуары с восходящим или нисходящим потоком. В скорых безнапорных фильтрах в качестве фильтрующей загрузки применяют зернистые материалы, пенополистирол, керамзит, горелые породы.

Зернистый фильтрующий слой выполняют из отсортированного материала, чаще всего речного кварцевого песка крупностью от 0,5 до 2 мм. Горелые породы имеют плотность около  $2,4 \text{ г/см}^3$  и поэтому могут быть использованы в сооружениях как с нисходящим, так и с восходящим потоком воды.



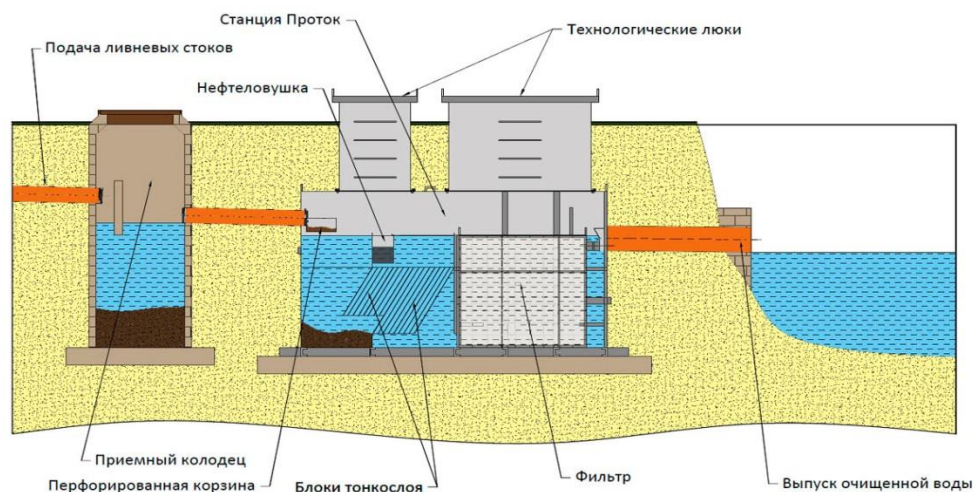


Рис. 4. Станция многоступенчатой очистки сточных вод «Проток»

На процесс осветления оказывает большое влияние заряд взвешенных частиц. Если они заряжены одноименно с зарядом поверхности зерен фильтрующего слоя, то частицы будут плохо задерживаться фильтром. При накоплении осадка гидравлическое сопротивление зернистого слоя увеличивается, и потери напора растут. По мере фильтрования наступает момент, когда потери напора в фильтрующей загрузке достигают максимально возможных.

Перспективным является применение в качестве фильтровальных загрузок различных полимерных материалов, обладающих достаточной механической прочностью, химической стойкостью, высокой пористостью.

Применяемые на сегодняшний день в российской практике водоочистки традиционные фильтровальные материалы характеризуются большим удельным весом, значительным гидравлическим сопротивлением, приводящим к большим затратам энергии, а также эксплуатационными затратами. А в ряде случаев они не способны обеспечивать требуемый эффект очистки. Многие применяемые загрузки, например, полистирол, плохо регенерируются. В связи с этим поиск новых фильтровальных материалов, пригодных к внедрению в технологические схемы производства, является весьма актуальным.

Перспективным направлением в технике является разработка фильтров с плавающей загрузкой (рис. 5). В них используются гранулы вспененного пенополистирола с очень низкой плотностью. Важным преимуществом фильтрующей среды из пенополиуретана является возможность регулирования его структурных характеристик путем предварительного сжатия или растяжения материала. Удельная

поверхность материала изменяется при этом обратно пропорционально изменению его объема, пористость же остается практически постоянной.

Механическая очистка фильтрованием воды через вертикальную жесткую полимербетонную пористую перегородку обеспечивает наибольшую степень очистки жидкости от взвесей различного происхождения.

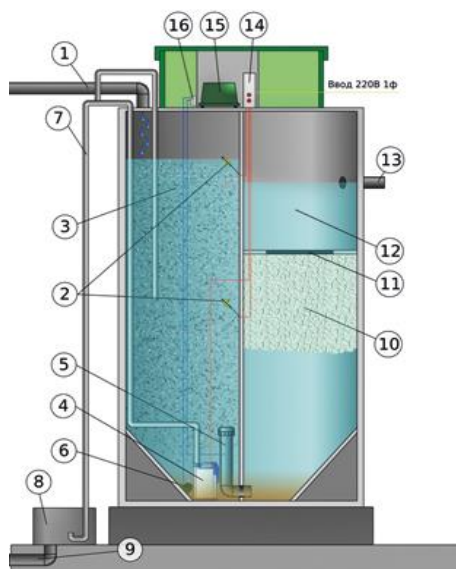


Рис. 5. Система доочистки сточных вод и прудов «БИОНИТ»:

- 1 - трубопровод; 2 - датчики уровня; 3 - приемная камера с плавающей нагрузкой; 4 - погружной насос; 5 - трубка; 6 - мелкопузырчатый аэратор; 7 - промывная магистраль; 8 - лоток для отвода концентрата; 9 - отводящая магистраль для концентрата; 10 - плавающая загрузка фильтра; 11 - сетчатая горизонтальная перегородка удержания загрузки фильтра; 12 - емкость очищения воды; 13 - отводящая магистраль очищенной воды; 14 - блок управления; 15 - компрессор; 16 - распределитель воздуха

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 32.13330.2012. Канализация. Наружные сети и сооружения. - М.: Госстрой России, 2013. - 110 с.
2. Журба М.Г., Говорова Ж.М. и др. Разработка и внедрение водоочистных комплексов поверхностного стока / Водоснабжение и сан.техника № 3. -М., 2003.- 25-29с.
3. Зильберман Р.Р., Пономарев В.Г. и др. Очистка поверхностного стока / Вода и экология: проблемы и решения № 2. -М., 2004. - 16-22с.

## АРМИРОВАНИЕ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИМИ МАТЕРИАЛАМИ

Баранов С.Н., студент  
*к.т.н., доцент Вихрев А.В.*

Грузонапряженность и скоростные режимы движения транспорта на федеральных и региональных дорогах имеют стабильную тенденцию роста.

Существующие асфальтобетонные покрытия в большинстве случаев уже не удовлетворяют современным требованиям.

Возможно несколько путей улучшения характеристик асфальтобетонных покрытий. Один из них, это армирование асфальтобетона.

Данные отечественных и зарубежных исследований свидетельствует, что армирование асфальтобетонных покрытий геосинтетическими материалами позволяет существенно повысить их сопротивление растягивающим напряжениям, возникающим от воздействия силовых и температурных воздействий, а также уменьшить трещинообразование, колеобразование и увеличить срок службы в 2-4 раза.

Задачи проводимых исследований – выявление закономерности изменения прочностных и деформативных параметров асфальтобетонных покрытий при, введении армирующих прослоек из геосинтетических материалов, установление закономерностей изменения прочностных и деформативных характеристик асфальтобетонных покрытий при, введении армирующих прослоек из геосинтетических материалов. [1].

Изучались прочностные характеристики асфальтобетонных образцов (на изгиб и сжатие), армированных на разных глубинах геосетками нескольких типов.

На основании результатов проведенных исследований выявлены закономерности влияния места размещения геосетки и ее типа на характеристики асфальтобетонного покрытия.

Полученные данные позволяют предложить методику учета типа и способа размещения геосеток в асфальтобетонном покрытии с учетом их влияния на прочность и долговечность асфальтобетона.

В ходе экспериментальных исследований использовались геосетки отечественных и зарубежных производителей следующих наименований:

на базе материалов Tensar: AR1, AR-G, Гласстекс P50, Гласстекс P100, «Поли 20», а так же сетки производства компании «Армадор»: ГСК-50, ГСК-70, ГСК-100, ГСК-200.

При проведении экспериментов сетки укладывались между двумя слоями асфальтобетона различной толщины. В качестве основного показателя принималось значение превышения предела прочности на растяжение при изгибе (по сравнению с минимально допустимым, для обеспечения условия прочности) %.

Некоторые обобщенные данные предварительных исследований значений предела прочности при изгибе и модуля упругости на поверхности слоев приведены в таблице 1.

Таблица 1

Вид армирующего материала	Увеличение показателей $R_{Нзг}$ и $E_y$ по сравнению с неармированными образцами, %			
	При $t=0^{\circ}C$		При $t=10^{\circ}C$	
	R-изг	$E_y$	R-изг	$E_y$
«СТ 100»	9	23	12	30
«СТ 50»	5	12	8	20
«Поли 20»	0	0	0	0

Из данных, представленных в таблице 1 видно, что использование армирующего материала позволяет повысить предел прочности и модуль упругости асфальтобетонных образцов. Чем выше прочность и модуль упругости армирующего материала, тем больший достигается эффект. Так же определялись значения предела прочности асфальтобетонных слоев с прослойками из геосеток различных типов на сжатие при температурах:  $0^{\circ}C$ ,  $20^{\circ}C$  и  $50^{\circ}C$ .

На основании анализа данных предварительных исследований были сделаны следующие выводы:

1. Устройство армирующей прослойки позволяет существенно повысить предел прочности на растяжение при изгибе.
2. Изменение модуля упругости асфальтобетона с введением армирующего материала повторяют закономерности изменения предел прочности на растяжение при изгибе.
3. Учитывая, что прочность всех участвующих в эксперименте георешеток имеет значение 50-55 кН/м, можно сделать вывод, что основным фактором, влияющим на увеличение прочностных

характеристик армированных асфальтобетонных покрытий, является относительная деформация георешетки при разрыве. Чем меньше относительная деформация при разрыве, тем больше увеличение прочности конструкции.

4. При расположении ГМ в нейтральной (в центре по высоте) или в сжатой зоне (выше от центра) образца-балки эффекта увеличения предела прочности на растяжение при изгибе от армирования не наблюдается.

5. Наличие армирующей прослойки в растянутой зоне (ниже от центра) образца-балки позволяет повысить предел прочности на растяжение при изгибе.

6. С увеличением температуры испытания образца от 0 до плюс 10°C величина повышения прочности армированного асфальтобетона возрастает до 30%.

7. Закономерности изменения модуля упругости асфальтобетона с введением армирующего материала повторяют закономерности изменения предел прочности на растяжение при изгибе.

8. При испытаниях на сжатие асфальтобетонных образцов, независимо от марки армирующего материала и температуры испытаний, отличий результатов испытаний армированных асфальтобетонных образцов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Крашенинин, Евгений Юрьевич. Развитие конструктивно-технологических решений для продления срока службы асфальтобетонных покрытий, армированных геосинтетическими материалами: в климатических условиях Сибири и Крайнего Севера: автореферат дис. кандидата технических наук: 05.23.11 / Крашенинин Евгений Юрьевич; [Место защиты: Сиб. автомобил.-дорож. акад. (СибАДИ)]. - Омск, 2009. - 21 с.

2. Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen. RSTO-2000. BAST. Ausgabe. 2000. S. 76.

3. ОДМ 218.5.001-2009 «Методические рекомендации по применению георешеток и плоских георешеток для армирования асфальтобетонных слоев усовершенствованных видов покрытий при капитальном ремонте и ремонте автомобильных дорог». Министерство транспорта РФ. М., 2001. 144 с.

## ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДОРОЖНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Ефремова К.Р., магистрант  
*к.т.н., доцент Проваторова Г.В.*

В настоящее время наиболее актуальной темой в дорожном хозяйстве является внедрение инноваций при строительстве и эксплуатации автомобильных дорог и дорожных сооружений. Благодаря применению современных технологий и использованию инновационных материалов, изделий и конструкций улучшаются потребительские качества автомобильных дорог, более эффективно организуется безопасность дорожного движения и уменьшаются затраты на эксплуатацию и последующие ремонты дорог. Наибольший экономический эффект от применения прогрессивных технологий достигается, если этот процесс распространяется на все стадии жизненного цикла автомобильной дороги - от ее проектирования до строительства и дальнейшей эксплуатации.

В 2011 г. распоряжением Росавтодора предусмотрено дальнейшее упорядочение организационно-финансовых основ широкомасштабного внедрения новых технологий по всей сети дорог общего пользования. В частности, предусмотрена обязательная разработка в составе каждого проекта строительства, реконструкции или ремонта отдельного раздела «Внедрение новых технологий, техники, конструкций и материалов».

Состояние транспортной сети является важнейшей основой развития экономики государства. Необходимо четко представлять себе направление и интенсивность грузопотоков, развитие транспортных узлов, что вызывает необходимость использования современных систем мониторинга движения и многое другое. Это позволяет смоделировать транспортную схему и привести ее в соответствие с планами социально-экономического развития страны. Поэтому развитие транспортной сети России должно стать неотъемлемой составной частью программы ее социально-экономического развития. Вынося развитие транспортно-дорожной сети в приоритеты, мы придаем импульс развитию страны. Очень важно, чтобы все стороны процесса, а именно государство в лице правительства, законодательных органов, Главгосэкспертиза, заказчики в лице управлений дорог и дирекций, НИИ, проектные институты, строительные организации, а также эксплуатирующие организации, действуя в рамках

своих компетенций, работали на общий результат в достижении единой цели. Данные вопросы на региональном уровне являются не менее актуальными

Успешное развитие транспортно-дорожной сети должно идти путем инноваций. Сама инновационная деятельность подразумевает под собой выполнение работ и оказание услуг, направленных на создание и организацию производства принципиально новой или с новыми потребительскими свойствами продукции, создание и применение новых или модернизирование старых способов и технологий производства, применение структурных, финансово-экономических, кадровых, информационных и иных новаций при выпуске и сбыте продукции, обеспечивающих экономию затрат или создающих условия для такой экономии. [1]

Потребность в инновационном развитии дорожного хозяйства определяется продолжающимся бурным ростом количества транспортных средств, увеличения доли легковых автомобилей с высокими динамическими характеристиками, ростом количества автомобилей с высокими осевыми нагрузками. К этому следует добавить высокую подвижность населения, появление заторов на дорогах. Все это обусловлено повышением требований к потребительским свойствам дороги. Сегодня автомагистрали должны отвечать международным стандартам развития и организации дорожного движения. Использование современных материалов и технологий, применение современной инновационной техники может способствовать увеличению межремонтных сроков. Для этого необходимо совершенствовать механизмы ценообразования в дорожном хозяйстве и расширять применение новых материалов, технологий, конструкций и механизмов.

Для решения главных вопросов по ремонту и содержанию покрытия автомобильных дорог учёными разработаны и разрабатываются инновационные решения. Без работы специалистов невозможно представить дальнейшую деятельность дорожной сферы.

Российскими учёными и специалистами за последние несколько лет разработан существенный объём инновационной, которая нашла широкое применение в дорожном хозяйстве: это новые отечественные приборы для контроля качества дорожных работ, передвижные диагностические лаборатории, дорожно-строительная техника, компьютерные программы.

В настоящее время активно применяются технологии, повышающие капитальность и увеличивающие срок служб дорожных одежд, такие как технологии стабилизации грунтов, повторное использование материалов дорожных одежд, применение различных присадок и пропиток, композитов, гофрированных металлических конструкций, противогололедных, гидроизоляционных и геосинтетических материалов, а также многое другое.

Во Владимирской области среди современных разработок в последние годы достаточно широко применяются катионные битумные эмульсии, битумо-минеральные и эмульсионно-минеральные смеси на асфальтовом грануляте, струйно-инъекционный метод ямочного ремонта.

Покрытие на автомобильных дорогах с высокой интенсивностью движения преимущественно устраивается из щебеночно-мастичного асфальтобетона. В новом строительстве активно используются геосинтетические материалы различного назначения [3].

С 01.09.2016 года вступил в силу технический регламент Таможенного союза по безопасности автомобильных дорог. В нем отражен принцип добровольности, а значит, у дорожников появилась уникальная возможность внедрения инноваций любого уровня.

При внедрении новых технологий строительства и эксплуатации дорог необходимо учитывать ряд региональных особенностей, что в свою очередь влечет за собой рост требований к качеству производства работ. При всем этом рост безопасности дорожного движения и соблюдение экологических норм остаются в приоритете.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Распоряжение от 28 марта 2016 года N 461-р «Об утверждении Стратегии развития инновационной деятельности Федерального дорожного агентства на период 2016-2020 годов».

2. Актуальные вопросы проектного и процессного менеджмента // тр. Всероссийской научно-практической конференции ученых транспортных вузов и представителей академической науки, 10–12 декабря 2014 г. / под ред. С.Н. Третьяка. – Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2014. – 330 с.

3. Инновационное развитие дорожного хозяйства // Сб. тр. XI международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых – Волгоград 24-26 мая 2017 г.



## ПРИРОДООХРАННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА

Фомин С.С., магистрант  
к.т.н., доцент Самойлова Л.И.

Охрана атмосферного воздуха предполагает осуществление комплекса мер, направленных на предотвращение его загрязнения, сохранение атмосферного воздуха в чистоте и улучшение его состояния, благоприятного для здоровья людей и окружающей природной среды. Все направления защиты воздушного бассейна объединяются в четыре группы:

1) санитарно-технические мероприятия – сооружения сверхвысоких дымовых труб; установка газопылеочистного оборудования; герметизация технологического и транспортного оборудования;

2) технологические мероприятия – создание малоотходных и безотходных технологий;

3) планировочные мероприятия – создание санитарно-защитных зон; оптимальное расположение промышленных предприятий с учетом розы ветров; расположение промышленных предприятий за городской чертой; озеленение территории промышленных предприятий и городов;

4) контрольно-запретительные мероприятия – установление ПДК и ПДВ загрязнителей; запрещение производства отдельных токсичных веществ (ДДТ); автоматизированный контроль за выбросами.

В состав отработавших газов двигателей автомобильного транспорта входит 170 токсичных компонентов, из которых существенный объем занимают газы: окись углерода - CO, углеводороды - C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>, окислы азота - NO<sub>x</sub> (табл. 1).

Вещества разделены на четыре класса опасности:

1 класс - чрезвычайно опасные,

2 класс - высокоопасные,

3 класс - умеренно опасные,

4 класс - малоопасные.

Выбор защитных мероприятий следует осуществлять на основе технико-экономического сравнения следующих основных вариантов:

- изменение параметров дороги, направленное на повышение средней скорости транспортного потока;

- ограничение движения отдельных типов автомобилей полностью или в отдельные интервалы времени;

Таблица 1

Выхлопные газы и вещества	Класс опасности	Ед. изм.	Двигатели		Нормы выбросов, г/км	
			Бензиновые	Дизельные	Евро-3	Евро-4
Азот N <sub>2</sub>		%	74 - 77	76 - 78		
Кислород O <sub>2</sub>		%	0,3 - 8	2 - 18		
Пары воды H <sub>2</sub> O		%	3,0 - 5,5	0,5 - 4		
Углекислый газ CO <sub>2</sub>		%	0 - 16	1 - 10		
Окись углерода CO*	4	%	0,1 - 5	0,01 - 0,5	2,3	1,0
Углеводороды C <sub>n</sub> H <sub>m</sub> *	3	%	0,2 - 3	0,09 - 0,5	0,2	0,1
Оксиды азота NO <sub>x</sub> *	2	%	0 - 0,8	0,0002 - 0,5	0,15	0,08
Альдегиды*	2	%	0 - 0,2	0,001 - 0,009		
Сажа**	3	г/м <sup>3</sup>	0 - 0,04	0,01 - 1,1		
Бензпирен**	1	г/м <sup>3</sup>	(10-20)×10 <sup>-6</sup>	10×10 <sup>-6</sup>		

*Примечания:* \* Токсичные компоненты

\*\* Канцерогены

- усиление контроля за движением автомобилей с неотрегулированными двигателями по участку, чувствительному к загрязнению воздушной среды, в целях минимизации токсичных выбросов;

- устройство защитных сооружений.

При необходимости уменьшения распространения загрязнения следует предусматривать защитные зеленые насаждения (рис. 1), экраны, защитные валы, прокладку автомобильной дороги в выемке.

Снижение концентрации загрязнений защитными сооружениями в процентах к величине концентрации приведено в табл. 2.

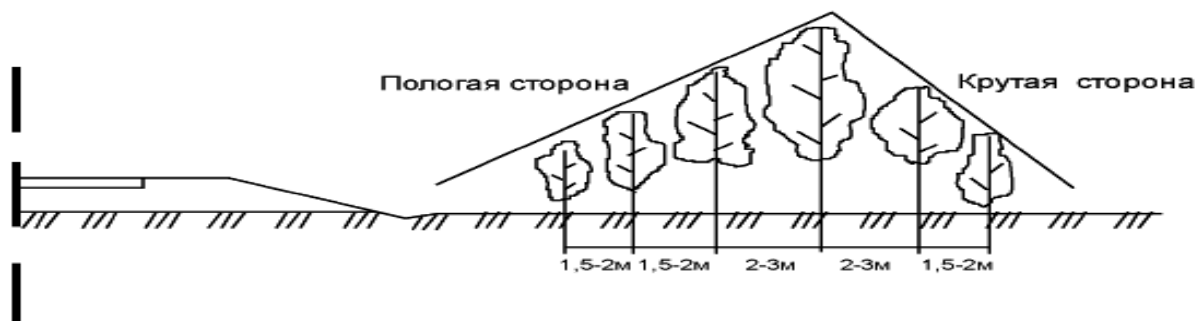


Рис. 1. Схема шумо-газо-пылезащитных насаждений

Снижение концентрации загрязнений  
защитными сооружениями и зелеными насаждениями

Защитное мероприятие	Снижение концентрации, %
1 ряд деревьев с кустарником высотой до 1,5 м шириной 3 - 4 м	10
2 ряда деревьев без кустарника шириной 8 - 10 м	15
2 ряда деревьев с кустарником шириной 10 - 12 м	30
3 ряда деревьев с 2 рядами кустарника шириной 15 - 20 м	40
4 ряда деревьев с кустарником шириной 25 - 30 м	50
Земляные валы высотой 2 - 3 м, дорога в выемке глубиной 2 - 3 м	50
То же, 3 - 5 м	60
То же, более 5 м	70
Сплошные экраны, здания высотой более 5 м	70

Снижают опасность загрязнения атмосферы следующие мероприятия:

- замена вредных веществ в производстве безвредными или менее вредными;
- очистка сырья от вредных примесей, например удаление серы из мазута;
- замена сухих способов переработки пылящих материалов мокрыми;
- герметизация процессов, использование пневмо- и гидротранспорта при транспортировке пылящих материалов.

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ РАБОТЫ СЛУЖБЫ  
НЕГОСУДАРСТВЕННОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ ПРОЕКТНОЙ  
ДОКУМЕНТАЦИИ В ОБЛАСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА**

Шульпина А.В., магистрант  
*к.т.н., доцент Проваторова Г.В.*

Создание строительного объекта предполагает в своей основе использование проекта, который должен быть разработан по всем правилам и нормам, учитывая безопасность использования, экологической составляющей и экономической целесообразности.

Многообразие сооружаемых зданий и сооружений, их объемно-планировочных, конструктивных и архитектурных решений, вызывает необходимость постоянного контроля всех этапов проектирования и, как следствие этого, организации службы по надзору за созданием зданий и сооружений, основной задачей которой, является многоплановая оценка качества технической документации для строительства, основанная на действующей правовой и нормативно-методологической базе. С этой задачей на этапе подготовки проектно-сметной документации успешно справляется служба строительной экспертизы [1].

На сегодняшний день существует два вида строительной экспертизы: государственная и негосударственная. К учреждениям государственной экспертизы относятся организации, уполномоченные региональным либо федеральным органом исполнительной власти. Негосударственная строительная экспертиза осуществляется коммерческими организациями или некоммерческими партнерствами, имеющими соответствующие полномочия на проведение экспертной деятельности.

Основным руководством для работы экспертов государственной экспертизы является Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства от 9 декабря 2015 г. N 887 «Об утверждении требований к составу, содержанию и порядку оформления заключения государственной экспертизы проектной документации и (или) результатов инженерных изысканий». [2]

Для организаций негосударственной экспертизы подобного нормативно-правового акта не существует, что вызывает целый ряд актуальных проблем для их специалистов. Во-первых, для негосударственной экспертизы достаточно сложно добиться унификации работы всех ее структурных подразделений, т.е. отсутствует системный подход. Это обусловлено тем, что каждый эксперт самостоятельно определяет для себя объем проводимых исследований и количество необходимых документов для них. Такой подход вызывает необходимость дополнительных действий для обеспечения единообразия состава и оформления частей заключения, что неизбежно ведет к повышению временных и финансовых затрат.

Таким образом, негосударственная экспертиза в области строительства в широком смысле слова более уязвима в вопросах единого методического обеспечения сравнительно службы государственной

экспертизы, а вопросы ее оптимизации являются весьма актуальными для строительства, в том числе, дорожного.

Несмотря на это, в рамках отдельной организации возможно применение эффективных мер, позволяющих негосударственным организациям не уступать в качестве, сроках и подходах работы государственным экспертным учреждениям.

По нашему мнению, избежать удорожания, громоздкости и многостадийности процедуры негосударственной экспертизы проектной документации возможно, если оптимизировать проблемные стадии процесса. Прежде всего, необходимо в рамках конкретной организации создать единое руководство или иной документ, отвечающий за методическое обеспечение работы экспертов и единство структуры и оформления разделов заключения. В качестве дополнительных мер возможно предусмотреть уменьшение общего срока рассмотрения проектной документации за счет ускорения организационных вопросов, например, дублирование пакета проектной документации, использование документов в электронном виде, внедрение в работу внутренних служб организации информационно-технических средств и т.д.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шемякина Т.Ю., Герасимов О.А. Методические аспекты проведения строительного надзора и контроля в современных условиях строительства//Вестник Университета. 2014. №14. С.280-286.
2. Ковалева И.В., Казимиров И.А. К вопросу о методическом обеспечении строительно-технической экспертизы // ВЕСТНИК ИрГТУ. 2015. № 6. С. 79-81.

#### **ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ ФЕДЕРАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ**

Ямкин П.М., магистрант  
*к.т.н., доцент Проваторова Г.В.*

Безопасность на автомобильных дорогах является большой проблемой не только в Российской Федерации, но и во всём мире. Каждый год, сотни тысячи людей погибают или получают тяжелые травмы на

дорогах, как водители, так и пешеходы. Одним из наиболее опасных участков дорожно-транспортных происшествий (ДТП) являются пересечения дорог, в том числе регулируемые перекрестки (РП). В данной статье рассмотрен метод, позволяющий повысить безопасность на регулируемых перекрестках.

Ежегодно в Российской Федерации наблюдается рост автомобилизации, который непосредственно влияет на уровень безопасности дорожного движения. В связи с этим, актуальными выглядят инновационные методы в организации дорожного движения (ОДД) и пешеходных потоков (ПП), один из которых представляет собой технологию, реализующую концепцию «нулевой смертности».

Эта концепция разработана в странах Скандинавии, и её идея состоит в том, чтобы достичь наибольшего уровня дорожной безопасности. Она может быть применена как к общей системе организации безопасности дорожного движения, так и к отдельным элементам, входящим в состав этой системы. Одним из них являются регулируемые перекрестки. В Российской Федерации такие перекрестки насчитывают 55-65 % от общего числа ДТП.

В чем же состоит идея применения концепции «нулевой смертности» касательно регулируемых перекрестков? Необходимо на каждом регулируемом перекрестке РФ обеспечить предельный или наиболее близкий к нему уровень обеспечения дорожной безопасности.

На стадии проектирования или реконструкции регулируемого перекрестка (по идее концепции), в разработке схемы ОДД и ПП должны быть устранены все возможные конфликтные точки, которые могут повлечь за собой опасные ДТП. Для того, чтобы данная концепция раскрыла себя в полной мере в РФ необходима модернизация законодательной базы. Условно, качество схем организации дорожного движения (СОДД) на РП можно разделить на «допустимый», «промежуточный» и «повышенный» уровни, [3]. Сегодня, для Российской Федерации характерен «допустимый уровень» безопасности на РП. «Правилами дорожного движения» разрешены опасные конфликтные точки между транспортными и пешеходными потоками, в зависимости от их интенсивности, в результате чего, ежегодно наблюдается высокое число ДТП (в пределах 30000 ед./год). Для достижения «повышенного уровня» эти конфликтные точки должны быть исключены на этапе проектирования. «Промежуточный» уровень требований к безопасности для СОД на РП представляет собой некоторый средний уровень между уровнем действующей системы ОДД на РП и её модернизированной версией в соответствии с концепцией нулевой смертности.

Зарубежный положительный опыт реализации вышеуказанной концепции убеждает в необходимости ее применения на дорогах РФ. Но существует ряд проблем, наиболее сложной из которых является определение границ мероприятий как технических, так и организационных в изменении схем ОДД, обеспечивающих максимум безопасности на РП. И сфера работ, которые охватывают эти границы, обширна (элементы плана РП, технические средства ОДД, внедрение автоматизированных систем управления дорожным движением (АСУДД), различные ограничивающие мероприятия и т.п.)

В зависимости от того, какая степень конфликтности на РП заложена в проекте (в системах «транспорт–транспорт» и «транспорт–пешеход») задачу можно решить одним из следующих вариантов:

1) Варианты схем организации для пофазного управления и управления по отдельным направлениям, каждое в двух типах – с «допустимым уровнем» требований к дорожной безопасности, который допускает конфликтные точки, т. е. движения с «просачиванием», и с «повышенным уровнем» требований к дорожной безопасности, в котором не разрешены конфликтные маневры между транспортом в отдельности и вместе с пешеходами, т. е. движения с «просачиванием», что и соответствует концепции «нулевой смертности» для регулируемого перекрестка.

2) Вариант комбинированного управления – в котором применяются оба вышеизложенных типа управления.

Независимо от выбора варианта организации движения, на первом этапе определяют все направления, в которых необходимо обеспечить движения как для транспорта, так и для пешеходов, [2]. На рисунке 1 показано пересечение двух автомобильных дорог, с одинаковым количеством полос для движения (по 3 в обе стороны), по которым движение разрешено по всем полосам.

При этом предполагается, что разрешены все канализированные направления по полосам (канализированного) движения, как показано на плане регулируемого перекрестка с размещением светофоров (рис. 1) транспортных (тс) и пешеходных (пс) светофоров (пешеходные светофоры (пс1–пс4) и транспортные светофоры основные (тс1пл–тс4пл), с правой и левой дополнительными секциями, и дублирующие (тс1л–тс4л), с левыми дополнительными секциями, [1].

Все направления потоков транспорта и пешеходов для удобства нумеруются слева направо по часовой стрелке.

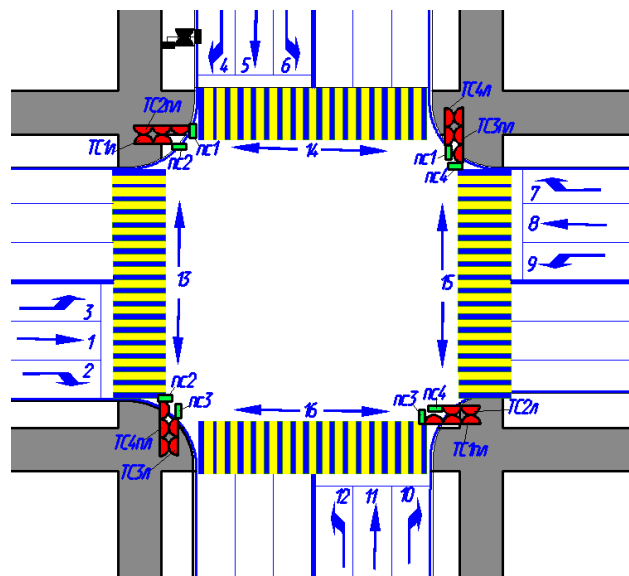


Рис.1 Схема РП с указанием светофорных объектов

Схема с разрешенными направлениями движения разрабатываемой СОД на регулируемом перекрестке (рис. 1) является базовой и используется далее для анализа содержащихся в ней конфликтных точек. Очень важными данными для расчета светофорного регулирования, или длительности цикла регулирования являются данные объективного обследования проектировщиками характеристик перекрестка. В данном случае, ширина проезжей части дорог составляет 18 м (ширина полос для левого и правого поворота – 3 м; в прямом направлении – 3 м). Пересечение канализировано (имеет разметку). Для того чтобы определить конфликтные точки и в последствии посчитать длительность цикла светофора необходимо составить картограмму интенсивности движения на этом пересечении (рис.2) и рассматривать ее совместно со схемой РП (рис.1).

В первую очередь, когда разрабатываются несколько вариантов, первым делом рассматривают варианты с «допустимым уровнем» требования к дорожной безопасности, т.е. допускается разезд транспортных и пешеходных потоков с просачиванием. В РФ на РП в основном используют 3-х секционный светофор Т1 в совокупности с пешеходными светофорами 2-х фазного регулирования, то при зеленом сигнале (в любом направлении) невозможно обеспечить «повышенный уровень» требований к дорожной безопасности транспортным средствам (ТС), которым требуется поворачивать налево через разрывы во встречном транспортном потоке, а также пешеходам, через поток которых просачиваются поворачивающие налево ТС.

Аналогично в этой же фазе не обеспечивается «повышенный уровень» требований к дорожной безопасности и для другой группы



пешеходов, но уже от ТС, поворачивающих направо и желающих просачиваться в разрывах потока пешеходов, несмотря на то, что водители ТС должны их пропускать. Примеры подобных пересечений можно встретить как в городе Владимир, так, к примеру, и в городе Иваново, Ивановской области.

Как отмечено выше, в РФ допустимые конфликтные точки в пересекающихся потоках «транспорт–транспорт» и «транспорт–пешеход» на РП регламентированы и «Правилами дорожного движения» (рис.3).

Им соответствуют СОД, в которых левоповоротные транспортные потоки конфликтуют со встречными потоками прямого направления, но интенсивность левоповоротных потоков не превышает 120 авт./ч, а также СОД, в которых интенсивность пешеходного потока не превышает 900 чел./ч, а поворачивающих транспортных потоков не более 120 авт./ч.

Безопасность на автомобильных дорогах является большой проблемой не только в Российской Федерации, но и во всём мире. Каждый год, сотни тысячи людей погибают или получают тяжелые травмы на дорогах, как водители, так и пешеходы.

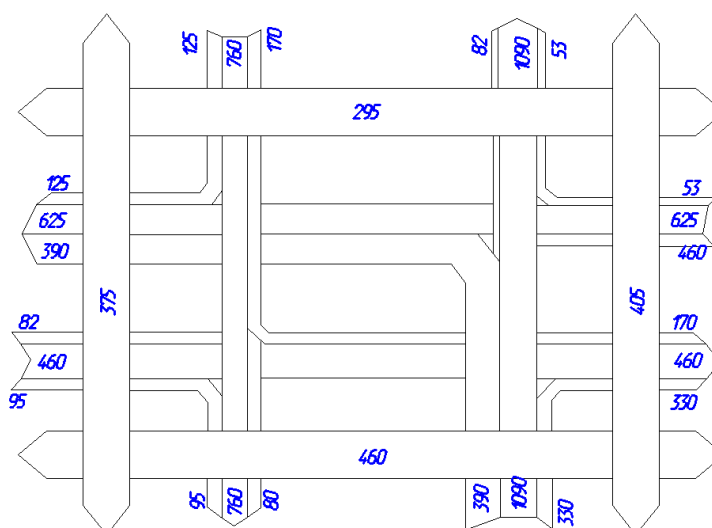


Рис. 2 Картограмма интенсивности движения на пересечении

Одним из наиболее опасных участков дорожно-транспортных происшествий (ДТП) являются пересечения дорог, в том числе регулируемые перекрестки (РП). В данной статье рассмотрен метод, позволяющий повысить безопасность на регулируемых перекрестках.

Этот метод успешно применяется в странах Скандинавии.

Безопасность на автомобильных дорогах является большой проблемой не только в Российской Федерации, но и во всём мире. Каждый год, сотни тысячи людей погибают или получают тяжелые травмы на дорогах, как водители, так и пешеходы.

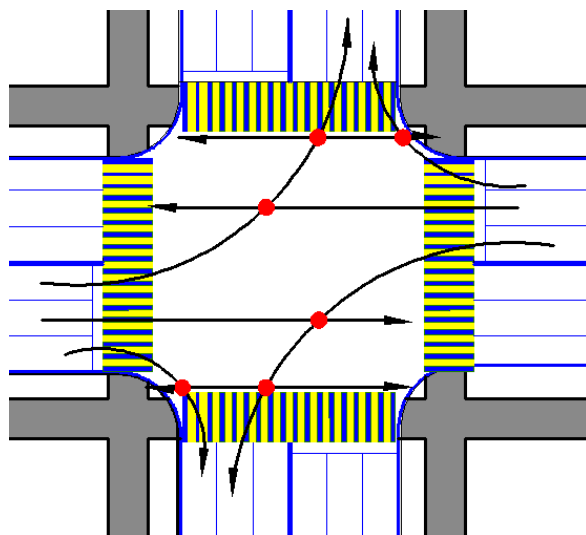


Рис. 3. Схема указания конфликтных точек

Одним из наиболее опасных участков дорожно-транспортных происшествий (ДТП) являются пересечения дорог, в том числе регулируемые перекрестки (РП). В данной статье рассмотрен метод, позволяющий повысить безопасность на регулируемых перекрестках. Этот метод успешно применяется в странах Скандинавии.

Для этого, возможно, потребуются изменения в действующих нормативных документах и изменение архитектурных характеристик РП (например, с организацией недостающих подъездных карманов) и дооснащения светофоров добавочными секциями поворотных сигналов. Возможно, тогда в РФ удастся создать условия проезда РП безопасно и оперативно, не превышая регламент «терпеливого» ожидания автомобилистов ( $\leq 120$  с) и пешеходов ( $\leq 40$  с) в цикле светофорного регулирования.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 52289-2004 Технические средства организации дорожного движения. Дорожные знаки. Разметка. Барьерное ограждение. Сигнальные столбики.
2. ОДМ 218.6.003-2011 «Методические рекомендации по проектированию светофорных объектов на автомобильных дорогах».
3. Плотников А.М. Разработка схем организации движения транспортных и пешеходных потоков на регулируемых перекрестках // Учебное пособие-СПб: Принт-салон, 2009г.
4. Использование концепции «нулевой смертности» в разработках схем организации дорожного движения на регулируемых перекрестках // Сб. тр. XI международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых – Волгоград 24-26 мая 2017 г.

**КАФЕДРА «СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ»**

## РАСЧЕТ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ ROBOT STRUCTURAL

Баганов Д.А., студент  
*ассистент Грибанов А.С.*

В настоящее время перед инженерами-проектировщиками открывается большой выбор программных комплексов для расчета и анализа строительных конструкций. Одним из наиболее перспективных считается продукт компании Autodesk – ПК «Robot Structural Analysis Professional». Этот программный комплекс предоставляет проектировщикам широкий набор инструментов для расчета и анализа конструкций зданий любого размера и сложности, позволяет организовать непрерывный рабочий процесс и обеспечивает обратную связь с графическими системами автоматизированного проектирования, как например Autodesk Revit Structure, расширяя тем самым применение технологии информационного моделирования зданий (BIM). В совокупности предоставляя инженерам возможность быстрее выполнять комплексные расчеты и анализ конструкций.

На российском рынке существует множество программных комплексов, которые хорошо зарекомендовали себя, прошли проверку временем и имеют положительные отзывы инженеров-проектировщиков. К таким расчетным программам относятся ПК «Лира», «SCAD Office», «Stark ES» и другие. Но возникает вопрос: чем же «Autodesk Robot Structural Analysis Professional» может быть привлекателен для пользователей, у которых и без того широкий выбор?

Отметим некоторые преимущества данного программного комплекса:

- 1) Комплекс предоставляет возможность проектировать и оценивать работоспособность элементов конструкций в соответствии с многочисленными нормами (европейскими, американскими, азиатскими и другими, включая российские). Это немаловажно при выполнении международных проектов и подрядных работ для иностранных заказчиков.
- 2) Простота создания расчетной модели представляется в виде 3D- модели, с которой удобно и приятно работать, что значительно уменьшает трудозатраты на проектирование конструкций.

3) Позволяет создавать как стандартные сечения балок или стержней, так и всевозможные параметрические, конические, составные и специальные (рисунок 1, 2).

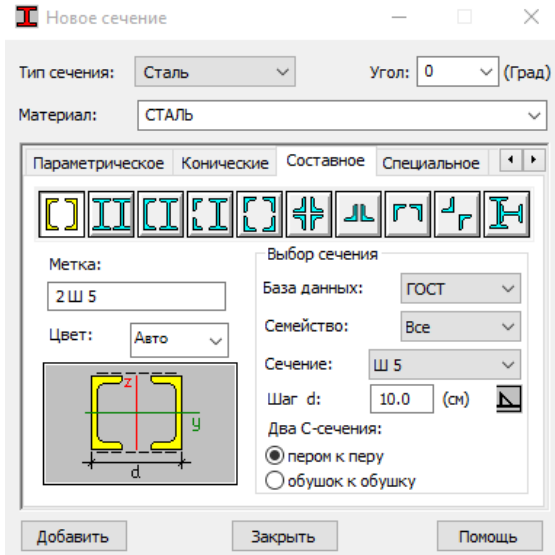


Рис. 1. Выбор сечения колонн

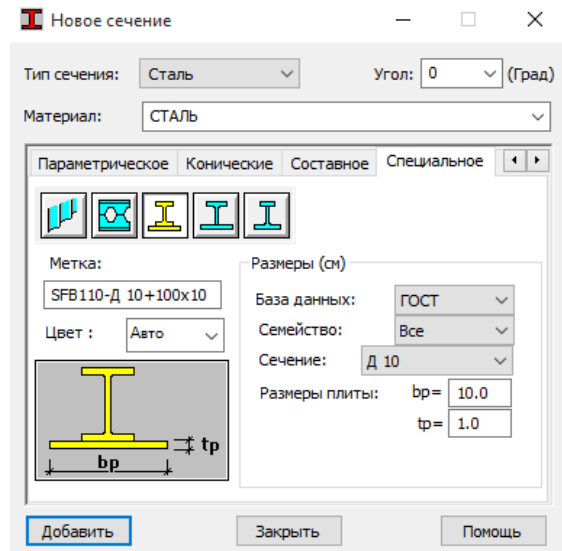


Рис. 2. Выбор составного сечения

4) При проектировании железобетонных конструкций доступен расчет теоретического и фактического армирования элементов конструкций с выводами проработанных схем армирования в виде чертежей (рисунок 3).

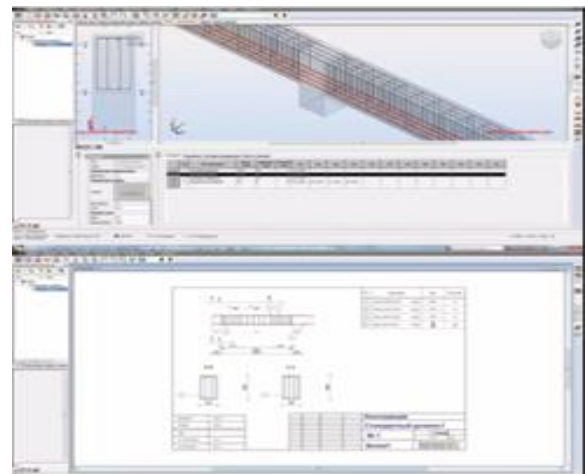


Рис. 3. Расчет армирования

5) Имеет функцию создания и расчета узловых соединений, проверки прочности стальных конструкций и детального расчета отдельных элементов (рисунок 4).

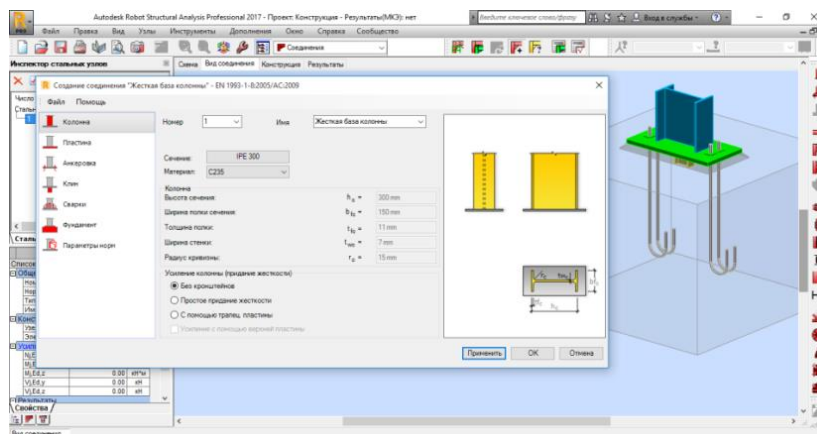


Рис. 4. Детальный расчет отдельных элементов

б) Позволяет совместно работать с Autodesk «Revit Structure», дополняя применение BIM- технологии при проектировании, что позволяет проектировщикам ускорять процесс расчета и анализа конструкций.

В заключении можно сделать вывод, что «Autodesk Robot Structural Analysis Professional» представляет собой универсальный программный комплекс с эргономичным и интуитивно понятным интерфейсом для проектирования строительных конструкций. Он позволяет проводить все необходимые виды расчетов и визуализировать их результаты, как в графическом, так и в табличном виде, формировать подробные отчеты в зависимости от характера поставленной инженерной задачи. Все эти аспекты уменьшают трудоемкость проектирования строительных конструкций, что крайне необходимо в современной индустрии строительства.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Литвинов В.Н. Расчет плоских стержневых систем с помощью Robot Structural Analysis, Москва 2014, 117с.
2. Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2014. Методическое пособие, Москва 2013, 98с.
3. Сухоруков В.В. Autodesk Robot Structural Analysis Professional Проектно-вычислительный комплекс, Издательство Ассоциации строительных вузов, Москва 2009, 129с.

## ПРОЕКТ ДОМА КУЛЬТУРЫ В Г. ВЛАДИМИРЕ

Баранова Т.А., студент  
к.т.н., доцент. Ретин В.А

При разработке проекта дома культуры считается целью – удовлетворить духовные потребности и культурные запросы населения города Владимира, создать условия для развития инициативы творчества и организовать культурный отдых людей, проживающих на обслуживаемой территории.

Реализуя эти цели, проект дома культуры осуществляется на основе конкретных запросов и потребностей населения, активно используются средства и формы организации досуга, расширяя спектр культурных услуг и качество создаваемого культурного продукта.

Задачей является поддержать тех, для кого занятия всеми видами творчества становятся предпочтительным времяпрепровождением. Одной из задач становится поддержание аудитории во всех возрастных группах.

Территория площадки расположена на застраиваемой территории нового района с развивающейся транспортной инфраструктурой. Проектом по благоустройству предусмотрено:

- устройство вдоль здания проезда для пожарных машин;
- устройство тротуара с покрытием из асфальтобетона;
- устройство газона и рядовой посадке низкорослого кустарника;
- посадка деревьев;
- устройство автомобильной парковки с предусмотренными местами для маломобильных групп населения.

Дом культуры представляет собой клуб общего профиля - это двухэтажное здание с подвальным помещением, совмещающее зрелищную часть (зрительный зал, фойе) и клубную часть (помещения для отдыха и развлечений, лекционно-информационные и кружковые помещения, репетиционный зал), теплогенераторная, электропитовая, насосная, венткамеры, прачечная и склад декораций находятся в подвальной части здания, куда имеется отдельный вход с заднего фасада.

Запроектированный объект в плане имеет форму прямоугольника с размерами в осях «1»-«12» - 48,0 м; в осях «А» - «И» - 30,0 м. Высота первого и второго этажа – 3,5 м, высота зрительного зала – 7,0 м. Общая

площадь 2938 м<sup>2</sup>. По функциональному назначению здание дома культуры относится к культурно-просветительным и зрелищным учреждениям. На втором этаже здания предусмотрены учебные помещения для занятий.

Конструктивная схема здания – каркасная. Объемно-планировочное решение здания представляет собой смешанную систему. Размеры проектируемого объекта и высота до низа выступающих конструкций приняты в соответствии с требованиями. [1]

Наружная и внутренняя отделка здания включает в себя:

Наружные стены – штукатурка с покраской фасадными красками бежевого цвета. Стенки крылец – штукатурка с покраской фасадными красками бежевого цвета. Ступени крылец, пандус – бетонные, цвет – серый. Элементы крылец – металлические, с покраской атмосферостойкими красками серого цвета. Окна – четырёхкамерные поливинилхлоридные профили с двухкамерными стеклопакетами.

Двери входные – деревянные, с покраской в темно-коричневый цвет.

Двери внутри здания – трубчатая древесно-стружечная плита, покрытая пластиком.

Пол – паркетная доска темно-коричневого цвета.

Стены разделяющие секции здания и стены лестничных клеток выполнены из силикатного кирпича толщиной 300 мм. Перегородки – силикатный кирпич в одну кладку толщиной 120 мм.

На главном фасаде присутствуют стеклянные витражи по углам, которые вверху заканчиваются в форме полукупола.

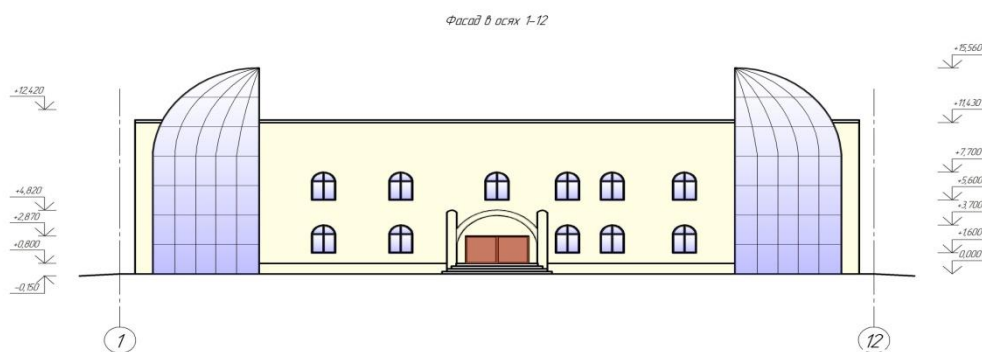


Рис. 1. Фасад здания Дома культуры в осях 1-1

В цветовых решениях фасадов применяются не броские, светлые тона цвета с учетом назначения здания и района расположения на местности.



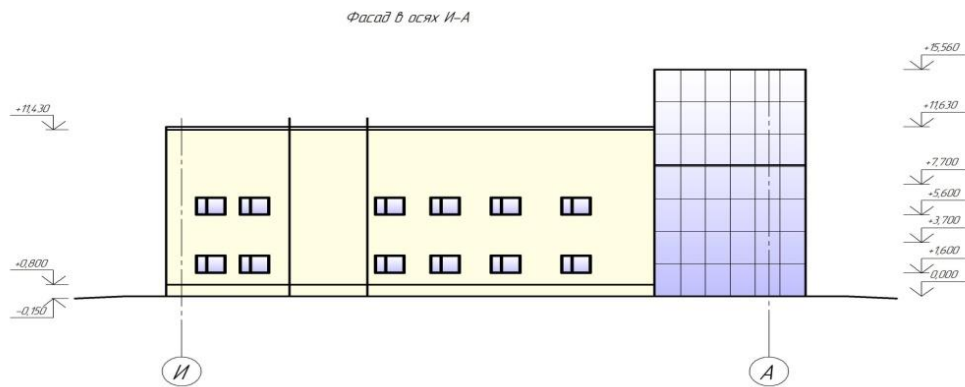


Рис. 2. Фасад здания Дома культуры в осях И-А

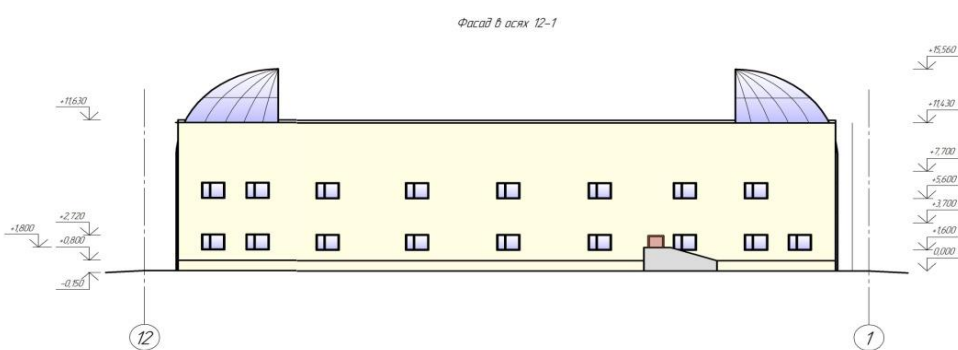


Рис. 3. Фасад здания Дома культуры в осях 12-1

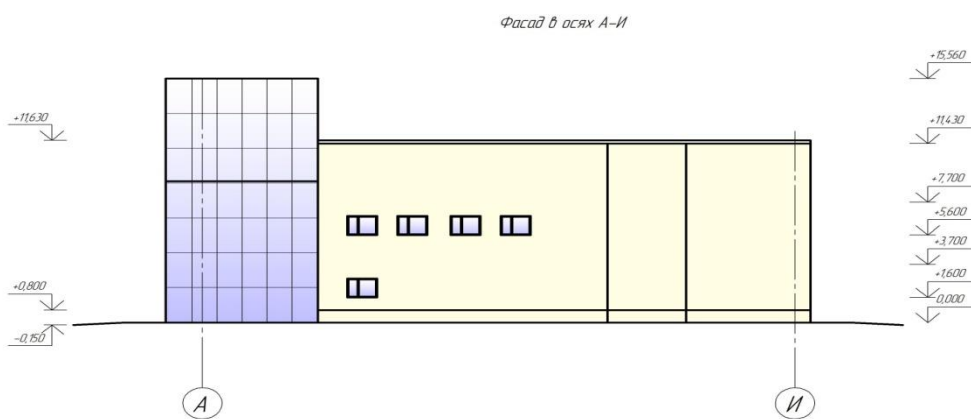


Рис.4. Фасад здания Дома культуры в осях А-И

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 118.13330.2012 **Общественные здания и сооружения.** Актуализированная редакция СНиП 31-06-2009 (с Изменением N 1).

## ИСТОРИЧЕСКИЙ ОБЗОР ПРИМЕНЕНИЯ АРБОЛИТА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Березина Е.А., студент  
к.т.н., доцент Репин В.А.

Официально считается, что арболит изобрели голландцы. Материал и технология DURISOL (ДЮРИСОЛ) завоевала широкую популярность в Европе, Канаде и США благодаря своей экологической чистоте, простоте, и экономичности строительства.

Возможно, некоторые будут удивлены, узнав о том, что производство этого материала было налажено в нашей стране еще в 60-е годы прошлого столетия. В Советском Союзе около 100 предприятий занимались изготовлением этого материала. Этот факт говорит о том, что еще в те времена арболит был достаточно востребован, а на его основе были возведены стены многих сотен или даже тысяч зданий.

Арболит представляет собой хорошо знакомый всем бетон, имеющий в своем составе органический наполнитель (чаще всего древесная щепа). Арболит иначе называют деревобетоном. Кроме бетона и органического наполнителя в составе арболита могут присутствовать определенные химические компоненты, не вредящие здоровью человека [2].

В настоящее время на рынок поставляется материал двух разновидностей: теплоизоляционный арболит, конструкционный арболит. Обе группы имеют одинаковые свойства:

- Теплопроводность (0,08–0,17 Вт/мК);
- Высокая звукоизоляция (коэффициент звукопоглощения от 0,17 до 0,6 (при частотах звука 125-2000 Гц);
- Экологичность (на 80-90% состоит из древесной щепы);
- Биостойкость;
- Огнестойкость (не поддерживает горение в течение 0,75-1,5 часа, не требует дополнительных противопожарных обработок);
- Хорошая паропроницаемость (0,11 мг/(м•ч•Па);
- Легкость;
- Легкость механической обработки и отделки;
- Экономичность, вытекающая из совокупности свойств [3].

Арболит, отвечающий требованиям [3], имеет марки 5, 10, 15, 25, 35. Материал марок 5 и 10 (со средней плотностью до 550 кг/м<sup>3</sup>) является теплоизоляционным, а марок 15, 25 и 35 – конструктивно-теплоизоляционным.

Производство и применение арболита позволяет снизить материалоемкость, энергоемкость, массу здания и удельные капитальные затраты на изготовление 1 м<sup>2</sup> стенового материала по сравнению с бетоном на пористых заполнителях. Одновременно решается и другая важная народнохозяйственная задача — защита окружающей среды от загрязнения отходами промышленного и сельскохозяйственного производства [1].

В сельскохозяйственном строительстве изделия из арболита широко применяются в виде стеновых панелей и блоков. На основе арболита можно также получать плиты покрытия и перекрытия, теплоизоляционные изделия, и др.



Рис 1. Строительные материалы из арболита [4]



Рис 2. Строительство из деревобетона. Заливка арболитовой смеси [4]



Рис 3. Строительство из деревобетона. Монтаж опалубки, 2-ой этаж [4]

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Наназашвили И.Х., «Справочник по производству и применению арболита». Москва, Стройиздат, 1987 г.;
2. Наназашвили И.Х., «Арболит – эффективный строительный материал». Москва, Стройиздат, 1984г.;
3. ГОСТ 19222-84 «Арболит и изделия из него»;
4. ПСК «Арболит 33», г.Владимир, <http://arbolit33.ru>.

## ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Бибик А.А., студент  
к.т.н., доцент Лисятников М.С.

Предварительно напряжёнными называют конструкции, в которых в процессе изготовления специально создают значительные сжимающие напряжения в бетоне посредством натяжения высокопрочной арматуры. Начальные сжимающие напряжения создают в тех зонах бетона, которые под воздействием прикладываемых в последствии нагрузок будут испытывать значительное растяжение.

Сутью использования предварительного напряжения в конструкциях является в первую очередь экономическая выгода, достигаемая применением высокопрочной арматуры. Так же обеспечивается высокая трещиностойкость и повышенная жёсткость, более высокое сопротивление динамическим нагрузкам, коррозионная стойкость материалов и долговечность всей конструкции в целом, по сравнению с аналогичными по характеристикам ненапряжёнными конструкциями.

Например, в предварительно напряжённой балке под воздействием приложенной к ней нагрузки бетон испытывает растягивающие напряжения только после компенсации начальных сжимающих напряжений. При этом сила, вызывающая образование трещин или их раскрытие, превышает нагрузку, действующую при эксплуатации. С увеличением нагрузки на балку до предельного разрушающего значения  $F_u$  напряжения в арматуре и бетоне достигают предельных значений. В аналогичной балке без предварительного напряжения нагрузка  $F_{crc} < F_{ser}$ , но разрушающая нагрузка  $F_u$  для обеих балок близка по значению, поскольку предельные напряжения в арматуре и бетоне этих балок одинаковы [2].

Согласно [1], при расчёте предварительно напряжённых конструкций следует учитывать снижение предварительных напряжений вследствие его потерь от ряда факторов. Потери до передачи усилий натяжения на бетон называются первыми потерями и после передачи усилия натяжения на бетон возникают так называемые вторые потери.

Появление потерь предварительного напряжения обусловлено в первую очередь характеристиками используемых материалов и

особенностями технологических процессов, используемых при создании в конструкциях предварительного напряжения.

Существует два способа создания предварительного напряжения в железобетонных конструкциях – натяжение арматуры на стальные упоры и натяжение арматуры непосредственно на бетон. При натяжении арматуры на упоры следует учитывать потери от релаксации напряжений в арматуре, температурного перепада при термической обработке конструкций, деформации анкеров и деформации упоров, усадки и ползучести бетона. При натяжении арматуры на бетон следует учитывать потери от деформации анкеров, трения арматуры о стенки каналов или поверхность конструкции, релаксации предварительных напряжений в арматуре, усадки и ползучести бетона.

В пункте 9 [1] освещены расчётные характеристики предварительно напряжённых конструкций и способы учёта потерь предварительного напряжения, основанные на практических данных:

- релаксация напряжений арматуры является причиной потерь, зависящих как от класса арматуры, так и от способа ее предварительного напряжения;

- при изготовлении элементов путём натяжения на упоры элементы бетонируют после натяжения арматуры. В случае последующего неравномерного прогрева конструкции температурные деформации арматуры погашают часть упругого удлинения, которое не восстанавливается;

- при одновременном натяжении арматуры на форму возникают потери от деформации стальной формы (упоров);

- при натяжении арматуры на упоры возникают потери от деформации анкеров натяжных устройств;

- при натяжении арматуры на бетон возникают потери от деформации анкеров натяжных устройств;

- при натяжении арматуры на бетон возникают потери от трения о стенки каналов или поверхность конструкции;

- постепенная усадка бетона при твердении приводит к укорочению конечного размера конструкции, что в свою очередь влечёт снижение предварительно созданных напряжений за счёт уменьшения упругих удлинений арматуры;

- потери, возникающие от ползучести бетона.

Основной особенностью расчёта предварительно напряжённых конструкций является то, что расчёт по прочности предварительно напряжённых элементов производят для стадии эксплуатации на действие изгибающих моментов и поперечных сил от внешних нагрузок и для стадии предварительного обжатия на действие усилий от предварительного напряжения арматуры от внешних нагрузок.

Расчёт по второй группе предельных состояний включает расчёты по образованию трещин, по раскрытию трещин и по деформациям и ведётся аналогично расчётам для ненапрягаемых конструкций, однако с введением дополнительных условий - коэффициентов по надёжности и специальных величин, определяющихся с учётом усилия предварительного обжатия.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 63.13330.2011 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003 (с изменениями).
2. Байков В.Н. Железобетонные конструкции. Учебник для вузов.- М.: Стройиздат, 1991.- 769 с.
3. Байков В.Н., Дроздов П.Ф. Железобетонные конструкции. Специальный курс. Учебник для вузов.- М.: Стройиздат, 1981.- 767 с.

### **КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОНАРЕЙ ОБЩЕСТВЕННЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ**

Васильева Е.А., студент  
*к.т.н., доцент Лукин М.В.*

Фонари в производственных зданиях устраивают для дополнительного освещения внутренних помещений, дополнительной аэрации помещений, а также могут совмещать эти функции [1]. По расположению относительно пролета здания фонари делят на продольные, поперечные и точечные. По конфигурации и конструктивным решениям фонари бывают прямоугольные, трапецевидные, шедовые и зенитные. В промышленных зданиях наиболее широко применяют продольные



прямоугольные фонари с наружным отводом воды. Каркас фонаря состоит из поперечных конструкций, продольных горизонтальных кровельных панелей или прогонов, боковых продольных ограждающих конструкций с остеклением, торцевого фахверка и системы связей. Боковые продольные конструкции часто выполняют в виде фонарной панели. Они включают в себя стойки и ригели остекления. В нижней части панели устанавливают раскосы, благодаря чему панель воспринимает нагрузку от остекления и бортовых плит. Переplet представляет собой замкнутую раму с устройством для крепления стекол. Стекла могут крепиться резиновыми профилями или кляммерами. Открывание и закрывание переpletов фонарей осуществляют с помощью механизмов открывания реечного типа с дистанционным управлением.

Ширину фонаря для пролета 18 м принимают 6 м, для больших пролетов - 12 м. Продольные фонари не доходят до торцов наружных стен здания обычно на 6 м, а по длине имеют разрывы не реже чем через 84 м шириной не менее 6 м или переходные пожарные лестницы [2].

Высоту фонаря назначают в зависимости от требуемой освещенности на основе светотехнического расчета. Обычно для фонарей шириной 6 м применяют одну ленту остекления высотой 1250 мм; для фонарей шириной 12 м - две таких ленты или одну ленту высотой 1750 мм.

Зенитные фонари размещают на покрытии в виде отдельных точек с площадью остекления порядка 2 м<sup>2</sup> или в форме остекленных панелей. Фонари могут быть глухими или открывающимися для очистки с кровли.

Фонари проектируют односкатными и двускатными со светопрускающим заполнением из двухслойных стеклопакетов.

Общими элементами всех видов зенитных фонарей являются опорный стакан, светопрускающее заполнение, фартуки, защитная сетка, механизмы открывания. Опорные стаканы зенитных фонарей изготавливают из листовой стали, холодногнутых и прокатных профилей. Их утепляют эффективными теплоизоляционными плитными материалами, которые наклеивают битумной мастикой. Стеклопакеты устанавливают через уплотнительные прокладки из губчатой резины.

Для зенитных фонарей следует предусматривать солнцезащитные мероприятия, так как солнечные лучи проникают через светопроемы и



образуют солнечные блики в течение почти всего светового периода суток для этого используют матовое стекло, поглощающее излишнее тепло.

В общественных зданиях применение верхнего света позволяет создать нужный световой режим в помещениях. Появляется возможность устраивать зальные помещения большой ширины и располагать вокруг них другие помещения. Верхний свет находит применение в зданиях выставок, вокзалов, почтамтов, в спортзалах, где необходимо равномерное диффузное освещение, предупреждение слепимости и бликов, а также в музеях, картинных галереях, где применяют направленное естественное освещение экспонатов.

Фонари верхнего света в общественных зданиях применяют обычно треугольной формы с расположением продольной оси параллельно продольной оси помещения и с несущим каркасом в виде стальных ферм или рам. Для обеспечения постоянных параметров температуры и влажности в помещении и увеличения сопротивления теплопередаче и воздухопроницаемости фонари устраивают с тройным остеклением и двумя воздушными промежутками. Наружное остекление из обычного стекла выполняют с уклоном  $45-60^\circ$ , а из армированного волнистого стекла или стекложелезобетона - с уклоном  $20-25^\circ$  и закрепляют в глухих переплетах, обеспечивая надежную водонепроницаемость и быстрый сток атмосферных вод к водосборам. Второе герметичное остекление располагают на уровне верхнего пояса несущих ферм покрытия. Стекло закрепляют в металлических переплетах с помощью замазки или специальных мастик и обеспечивают изоляцию воздушного промежутка между первым и вторым остеклениями от проникания теплого, более насыщенного водяными парами воздуха из помещения. Первый воздушный промежуток с помощью продухов сообщается с наружным воздухом, благодаря чему внутренняя поверхность наружного остекления омывается холодным воздухом, что исключает образование конденсата [3].

Третье остекление может располагаться на уровне нижнего пояса несущих ферм покрытия, образуя остекленный плафон потолка. Этот плафон заполняют светорассеивающим, матовым или узорчатым стеклом [4].

Монтаж фонарей следует выполнять, руководствуясь указаниями рабочих чертежей и проекта производства работ (ППР), а также

требованиями СНиП по технике безопасности и правилами пожарной безопасности при производстве строительного-монтажных работ [5].

Проект производства работ по монтажу фонарей должен содержать:

- календарный план с указанием очередности и сроков выполнения работ;

- графики потребностей в материалах и конструкциях;

- очередность и сроки поставки конструкций или отдельных их элементов на строительство;

- способы укрупнительной сборки отдельных элементов или конструкций в целом с указанием максимально возможных размеров и веса;

- технологическую последовательность монтажа конструкций с учетом их особенностей;

- мероприятия по обеспечению пространственной жесткости и неизменяемости конструкций при монтаже;

- порядок приемки установленных конструкций, включая скрытые работы;

- мероприятия по пожарной безопасности.

В проекте производства работ должны быть указаны места складирования монтируемых элементов, места для выполнения подготовительных работ, подъемные механизмы, правила техники безопасности проведения работ.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.И. Гиясов, Б.И. Гиясов. Архитектурно-конструктивное проектирование гражданских зданий – М. АСВ, 2015. – 315с.
2. В.М. Туснина. Архитектура гражданских и промышленных зданий, - М. Изд-во: АСВ, 2016. – 278с.
3. В.А. Тишков Архитектура. Общий курс – М. АСВ, 2015. – 236с.
4. И.А. Шерешевский. Конструирование промышленных зданий и сооружений – М. Изд-во: Архитектура - С, 2016. -168с.
5. МДС 31-8.2002 «Рекомендации по проектированию и устройству фонарей для естественного освещения помещений».

## ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННЫЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ

Волкова Е.П., студент  
*к.т.н., доцент Попова М.В.*

Под предварительными напряжениями строительных конструкций в общем и стальных конструкций в частности понимают различные приемы регулирования напряжений в них – изменения их напряженно-деформированного состояния с целью получения в конструкциях новых качеств.

Критериями эффективности применения предварительного напряжения в конструкциях могут быть как экономические – снижение их массы, стоимости – показатели, так и технологические – повышение жесткости, улучшение динамических характеристик.

Целями использования предварительного напряжения в стальных конструкциях являются:

1) экономия металла и средств во вновь возводимых конструкциях, благодаря более выгодному распределению внешних усилий, увеличению области упругой работы и применению материалов высокой прочности, работающих только на растяжение;

2) повышение несущей способности конструкций, находящихся в стадии эксплуатации или реконструкции в связи с повышением нагрузок;

3) снижение деформативности всей конструкции или отдельных ее элементов, уменьшение частоты или амплитуды колебаний;

4) повышение устойчивости отдельных элементов или всей конструкции в целом;

5) увеличение выносливости отдельных элементов при циклических нагрузках за счет улучшения характеристики цикла и др.

Эти же цели могут быть достигнуты и другими способами (увеличением площади или изменением типа сечения, способа соединения элементов и др.).

Основной идеей предварительного напряжения является создание искусственным путем в конструкции, стержне или наиболее напряженном сечении стержня напряжения обратного знака тем напряжениям, которые возникают при действии эксплуатационной нагрузки.

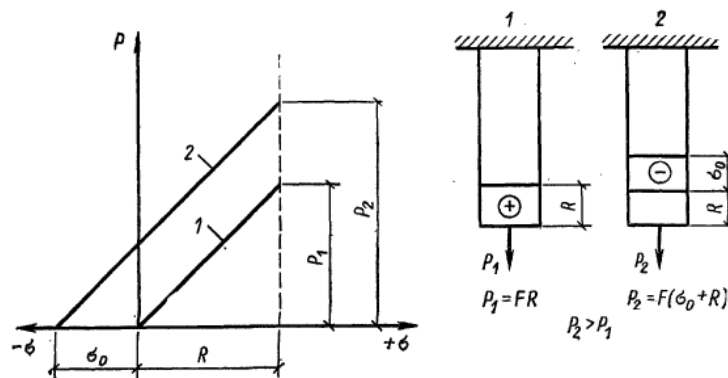


Рис.1. Схема повышения несущей способности стержня, работающего на растяжение. 1- без предварительного напряжения; 2-с предварительным напряжением

Способы создания предварительных напряжений в стальных конструкциях:

- 1) Снижение перемещения конструкций от заданных нагрузок;
- 2) Создание предварительного напряжения затяжками;
- 3) Создание предварительного напряжения (растяжения) в гибких элементах для придания им жесткости;
- 4) Регулирование усилий в конструкции смещением опор;
- 5) Многоступенчатое предварительное напряжение.

Существует большое разнообразие создания предварительного напряжения, что позволяет применить его к любому виду конструкции.

Предварительное напряжение можно создать в отдельных элементах на заводе или на монтаже как при укрупнительной сборке, так и в проектном положении.

Предварительное напряжение целесообразно если эффект, получаемый от него, полностью окупает дополнительные затраты.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1.Беленя Е.И. Предварительно напряженные металлические несущие конструкции// М.: Госстройиздат, 1963. 324 с.
2. Мандриков А.П. Примеры расчета металлических конструкций// М.: Стройиздат, 1991.431с.
3. Металлические конструкции. В 3-х т. Т.3. Конструкции зданий: Учеб. для строит. вузов; Под ред. В.В.Горева.- М: Высш. шк., 1999.-544 с.

## ПРОЕКТ ЛЕДОВОГО ДВОРЦА В Г. СУДОГДЕ ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛ.

Волкова Е.П., студент  
*к.т.н., доцент Репин В.А.*

Сегодня чувствуется подъем спортивного движения в нашей стране. Сотни тысяч детей готовы стать достойной сменой прославленным хоккеистам, фигуристам, ледовым бегунам. Но все это упирается в одну, достаточно весомую проблему – нехватку ледовых арен, ледовых комплексов, ледовых дворцов.

Вопрос о строительстве Ледового дворца в городе Судогда актуален на сегодняшний день, так как в городе нет подобного типа здания, в котором могли бы проходить занятия государственной хоккейной школы, а также тренировки детской хоккейной команды.

Само сооружение будет многофункциональным – здесь можно будет проводить городские соревнования, выставки, тренировки, а в вечернее время ее планируется сдавать в аренду любителям.

В Европе, такие комплексы снабжены ресторанами и кафе, бассейнами и игровыми залами, льдом для хоккея и дополнительными площадями для тренировок ледовых бегунов и фигуристов.

Ледовые дворцы сегодня – большие спортивно-развлекательные комплексы, используемые для проведения концертов и шоу, спортивных соревнований и просто досуга.

Такой дворец предоставил бы возможность в дни, свободные от проведения крупных мероприятий, просто одеть коньки, взять с собой детей и приобщиться к прекрасному занятию, катанию на коньках.

Архитектура: Место строительства – г. Судогда Владимирская обл. Климатический район II В. Расчетная температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки – 28°C. Расчетный снеговой покров – 180 кг/м<sup>2</sup>. Ветровой напор – 23 кг/м<sup>2</sup>. Уровень ответственности здания – II. Степень огнестойкости здания – III. Класс конструкций по пожарной опасности – С0.

Проектируемое здание располагается напротив вокзала, что дает беспроблемный доступ приезжающим. Рельеф участка ровный.

Ледовый дворец с искусственным льдом, с размером ледового поля 3060 м, предназначен для проведения учебно-тренировочных занятий по

хоккею с шайбой, шорт-треку, фигурному катанию на коньках, а также для массового катания на коньках.

Размеры ледового дворца и высота до низа выступающих конструкций приняты в соответствии с требованиями [1].

К ледовой арене примыкает 1-2 этажный объем здания, на первом этаже которого располагаются вспомогательные помещения: вестибюль с гардеробом, кафе, блоки раздевальных, душевых и санузлов для занимающихся, пункт проката, инвентарные, административные и бытовые помещения для персонала, технические помещения.

На втором этаже – венткамеры и звукоаппаратная.

Вход в данные помещения осуществляется из ледового зала, так как на втором этаже нет помещений с постоянным пребыванием людей. Высота помещений 1 этажа – 4 м. Высота помещений 2 этажа – 2,5-6 м.

Наружняя отделка здания: стены выполнены из сэндвич-панелей; карнизы, козырьки и кровля – металлический профилированный лист с полимерным покрытием; витражи – алюминиевые переплеты с порошковым покрытием, с применением тонированного и закаленного стекла.

Цоколь – фасадные бетонные блоки.

Крыльца – керамогранит.

В цветовых решениях фасадов применены чистые, яркие цвета с учетом функциональной направленности здания и климатических особенностей данной местности.

Внутренняя отделка помещений:

- стены – коридоры, вестибюль – акриловая окраска светлых тонов;
- административные и бытовые помещения – акриловая окраска;
- санузлы и технические помещения – облицовка керамической плиткой;
- потолки – подвесные потолки типа "Армстронг" (за исключением ледовой арены и технических помещений);
- Полы – резиновое покрытие в раздевальных, в коридорах и транзитных помещениях для выхода на лед, периметр ледовой арены; керамическая плитка в душевых и санузлах; керамогранит – в коридорах и вестибюле.
- Двери в технических помещениях и ледовой арене – противопожарные.

- Вспомогательные помещения имеют прямое солнечное освещение с учетом требований [2]. Число, размеры и размещение проемов обеспечивают равномерность естественного освещения.
- Необходимая звукоизоляция помещений достигается применением звукопоглощающих материалов стен и потолков, конструкцией пола.

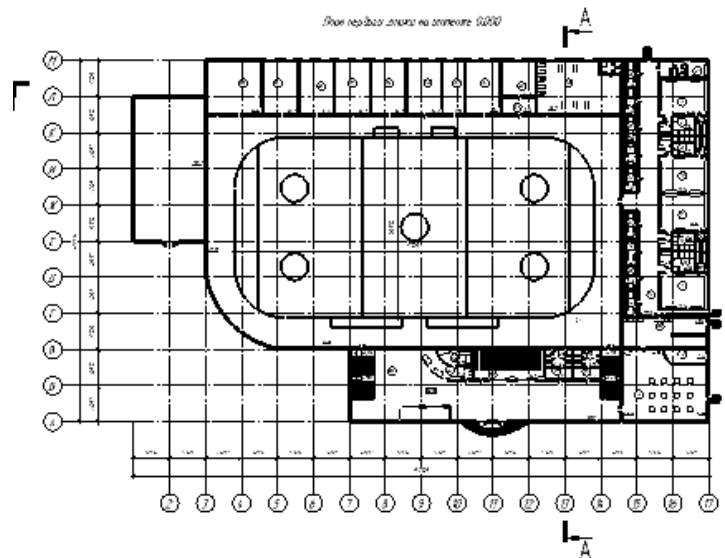


Рис. 1. План первого этажа проектируемого ледового дворца

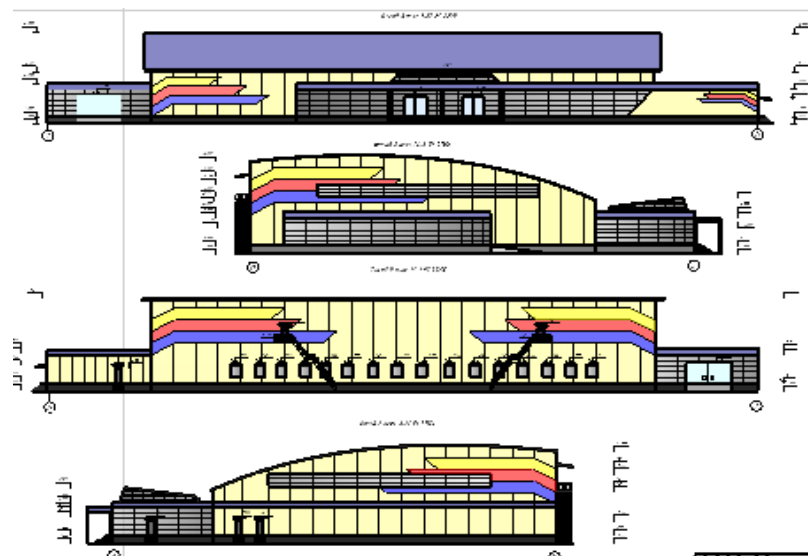


Рис. 2. Фасады проектируемого ледового дворца

Людам с ограниченными возможностями здесь будет максимально комфортно – для них построен отдельный вход к ледовой арене, оборудованный пандусом. Есть места для сопровождающих. Организован отдельный подъезд к ледовому дворцу.

Для удобства зрителей при проведении мероприятий организуется охраняемая стоянка автотранспорта на 450 машино-мест.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 31-112-2007 Физкультурно-спортивные залы. Часть 3. Крытые ледовые арены;
2. СП 118.13330.2012 "Общественные здания и сооружения".

#### КОНСТРУКЦИОННЫЕ ПЛАСТМАССЫ

Григорович В.М., студент  
*к.т.н., доцент Попова М.В.*

Пластмассы в большинстве своем представляют многокомпонентные смеси. Используемые в строительстве стеклопластики представляют собой материалы, состоящие из стекловолоконного наполнителя и связующего. В качестве связующего обычно используются термореактивные смолы (полиэфирная, эпоксидная, фенолоформальдегидная). Стекловолоконное волокно является армирующим элементом, прочность которого достигает 1000-2000 МПа.

Органическое стекло состоит из полимера полиметилметакрилата. Оргстекло представляет собой бесцветную пластмассу. При температуре 20°C органическое стекло имеет сравнительно высокие прочностные характеристики (55 МПа при растяжении и 80 МПа при сжатии). При температуре 105-170°C хорошо формируется в изделия криволинейной формы, легко поддается механической обработке. Применяется для остекления криволинейных поверхностей, в виде зенитных фонарей, сводов, куполов и т.п. Этот материал весьма эффективен для покрытия теплиц, парников и оранжерей.

Винипласт выпускается пластифицированным и непластифицированным (жестким). Одним из главных достоинств винипласта является его исключительная антикоррозионная стойкость в химически агрессивной среде. Он легко обрабатывается, практически водонепроницаем, легко сваривается и склеивается. Недостаток - малая теплостойкость (всего до 60<sup>0</sup> С и морозостойкость до -30<sup>0</sup> С), большой коэффициент линейного расширения (в 7 раз больше, чем у стали) и малая



ударная вязкость. Винипласт используется для гидроизоляции, в качестве кровельного покрытия. Из него изготавливают трубы, профили, поручни и другие погонажные изделия.

Полиэтилен представляет собой твердый белый роговидный продукт. Сырьем для его производства служит бесцветный газ этилен. Полиэтилен обладает хорошей морозостойкостью (ниже  $-70^{\circ}\text{C}$ ) и высокой химической стойкостью к действию кислот, щелочей и большинства растворителей. Недостаток его заключается в том, что он подвержен старению. Из полиэтилена изготавливают трубы и арматуру к ним, профильные изделия, болты, листы и т. д. Перспективным является применение липких лент из стабилизированного полиэтилена в качестве защитного покрытия (набинтовываемых) конструкций, находящихся в условиях химической агрессии.

Наибольшее распространение в строительстве получили газонаполненные пластмассы, а также сотопласты. Газонаполненные пластмассы по своей структуре делятся на два вида: пенопласты – материалы с замкнутыми ячейками; поропласты – с взаимносообщающимися незамкнутыми ячейками. Особенностью пенопластов является небольшая плотность (от 10 до  $200 \text{ кг/м}^3$ ), низкая теплопроводность и достаточная для них прочность (0,2-1,1 МПа при сжатии). Пенопласты, благодаря своей структуре имеют более высокие по сравнению с поропластами изоляционные качества. Поропласты имеют большее влагопоглощение, но и обладают более высоким звукопоглощением. Материал получают в виде блоков или форменных деталей. Газонаполненные пластмассы выпускают на основе как термопластичных, так и термореактивных смол. Различают жесткие, полужесткие и эластичные пенопласты. Первые два вида применяют в органических СК (в качестве среднего слоя в трехслойных панелях). Сотопластами называют изделия с системами регулярных сот шестигранной формы, диаметром, примерно, 12-25 мм. Сотопласты изготавливают из хлопчатобумажной или изоляционной бумаги. Сотопласты применяют для изготовления легких трехслойных конструкций.

Древеснослоистые пластики (ДСП) изготавливают из тонких листов березового (иногда ольхового, липового или букового) шпона, пропитанного смолой и запрессованного при высоком давлении  $150-180 \text{ кг/см}^2$  и температуре  $t=145-155^{\circ}\text{C}$ . В настоящее время в связи еще с

высокой стоимостью ДСП, он применяется в основном для изготовления средств соединения элементов конструкций. Древесноволокнистые плиты (ДВП) изготавливают из хаотически расположенных волокон древесины (опилок), склеенных канифольной эмульсией. Во влажных условиях применять ДВП не рекомендуется. Прочность сверхтвердых плит ДВП плотностью не менее  $950 \text{ кг/м}^3$  при растяжении составляет около 25 МПа.

Древесностружечные плиты (ПС и ПТ) получают путем горячего прессования древесных стружек, перемешанных, вернее опыленных фенолоформальдегидными смолами. Прочность плит ПТ и ПС при растяжении составляет соответственно 3,6-2,9 МПа и 2,9-2,1 МПа. ПС и ПТ являются дешевым и доступным материалом, он широко используется в строительстве в качестве перегородок, подвесных потолков. Влагопоглощение плит колеблется в широких пределах, при этом они разбухают по толщине на 30-40%.

Серьезным препятствием к применению ПМ в несущих конструкциях является их относительно большая деформативность. Для предотвращения отрицательного влияния деформативности ПМ применяются в основном два приема: повышение жесткости конструктивных элементов путем более рационального, чем в массивных сечениях распределения материала; придание конструкциям таких форм, при которых исключаются или сводятся к минимуму напряжения от изгибающих моментов и нежелательные деформации.

Пневматические конструкции являются самыми распространенными пространственными конструкциями из пластмасс. Пневматическими или надувными называют конструкции, несущая способность которых обеспечивается избыточным давлением воздуха или другого газа, заключенного в газонепроницаемую оболочку, выполненную из ткани или пленки. Пневматические конструкции отличаются простотой, легкостью и компактностью в сложенном виде, высокой сборностью и транспортабельностью. Их возведение весьма просто и не требует каких-либо трудоемких вспомогательных приспособлений. Они обладают сейсмостойкостью, а их основание можно возводить на скальных грунтах.

Существуют также пневмокаркасные конструкции, которые состоят из ряда несущих надувных элементов. Пневмоэлементы представляют собой герметически зарытые баллоны, чаще всего трубчатой формы диаметром до 60-70 см. Пневмокаркасные конструкции применяются в виде пневмобалок, пневмостоек, пневмоарок, пневмокуполов и других

конструкций. Опоры пневмоарок шарнирные. Торцы пневмоэлементов надеваются на стальной стакан и закрепляются нагелями или хомутами. Наиболее целесообразно для ПК использовать арки кругового очертания. Пролет пневмоарок следует принимать 12-16 м, шаг 2,5-3 м.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бартенев Г.М., Френкель С.Я. Физика полимеров/ Под ред. д-ра физ.-мат. наук А.М. Ельяшевича. - Л.: Химия, 1990. - 432 с.
2. Машков Ю.К., Калистратова Л.Ф., Овчар З.Н. Структура и износостойкость модифицированного политетрафторэтилена: Научное издание. - Омск: Изд-во ОмГТУ, 1998. - 144 с.
3. Мозберт Р.К. Материаловедение. М.: Высш. школа, 1991. - 448 с.

### ОПТИМИЗАЦИЯ КОМПОНОВОЧНЫХ РЕШЕНИЙ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Денисова К.А., студент  
*к.т.н., доцент Лукина А.В.*

Компоновка подразделений предприятия заключается в рациональном размещении в здании основных, вспомогательных и обслуживающих цехов и хозяйств с одновременным определением оптимального направления производственного процесса, проектированием людских и грузовых потоков и межцеховой транспортной системы [1].

Главным при выборе компоновочной схемы является обеспечение кратчайшего пути основных технологических грузопотоков [1].

К числу принципов, в совокупности определяющих новый подход к созданию современных производственных зданий, относится принцип автономного конструирования технологической и строительной частей производственных зданий. Суть его состоит в следующем: при создании любого промышленного производства его технологическая часть (технологическое, инженерное, подъемно-транспортное и вспомогательное оборудование) с соответствующими опорными конструкциями рассматривается как целевая доминанта и проектируется с оптимальной компоновкой в плане и пространстве независимо от будущих строительных конструкций зданий. При этом создаются условия для

модернизации, реконструкции или замены технологической части производства без реконструкции строительной части здания [1].

Второй основной принцип — создание зальных, зально-пролетных и беспролетных планировок производственных зданий с крупными редкоопорными цеховыми пространствами, преимущественно квадратными (многоугольными) в плане, с сетками колонн от 18х18м до 60х60м и более. [4] Производственные помещения с такими сетками колонн создают оптимальные условия для компоновки технологического оборудования различных производств не только по линейной, но и по замкнуто-кольцевой, радиальной, роторной и другим схемам. При этом более полно используются производственные площади, и сокращается потребность в них на единицу создаваемых мощностей [3].

Блокирование в одном промышленном здании некоторых производственных помещений, обслуживающих один технологический процесс, или некоторых цехов с разными технологическими процессами или даже разных промышленных предприятий способствует сокращению коммуникаций и транспортных расходов (Рис.1) [2].

Опыт проектирования показывает, что с помощью блокирования можно в отдельных случаях уменьшить площадь заводской территории на 30%, сократить периметр наружных стен до 50%, снизить стоимость строительства на 15–20% [5].

Следует отметить еще один положительный фактор блокирования – возможность объединения однородных вспомогательных цехов (например, ремонтно-механических, складских и т.п.) разных производственных процессов. Такое объединение дает возможность не только сократить требуемые объемы здания в результате уменьшения вспомогательных площадей, но и уменьшить количество персонала.

В пространственной организации производственных зданий нового поколения используется принцип модульной компоновки, при этом образуются разновысотные здания различной конфигурации и размеров в плане.

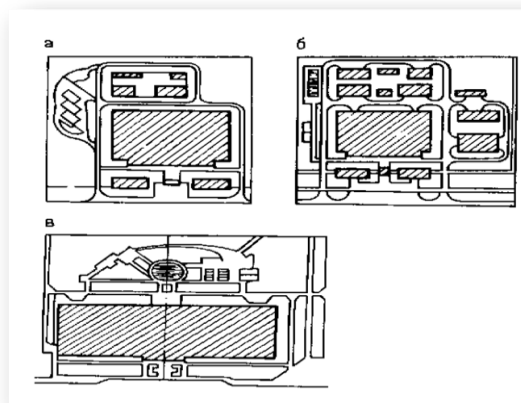


Рис. 1. Принцип блокирования

Унифицированные строительные и строительнотехнологические модули (Рис.2) собирают из типовых быстромонтируемых конструкций, обеспечивая необходимые для данного производства площади и объемы. [2] Небольшие производства могут размещаться в одном модуле, средние и крупные — компонуются из любого числа модулей, одинаковых или различных по размерам. Целесообразно иметь параметрические ряды строительных модулей для компоновки из них зданий, оптимальных для конкретных производств по размерам и конфигурации, что сведет до минимума непроизводительные затраты по строительной части зданий.



Рис. 2. Модульное здание

Выбор этажности представляет собой одну из важных задач, решаемых в процессе проектирования. Следует иметь в виду, что одноэтажные здания позволяют более свободно размещать и перемещать оборудование при модернизации технологического процесса. В них относительно просто решается устройство подъемнотранспортного

оборудования и естественного освещения по всей производственной площади цеха [3].

Для пристроек и отдельно стоящих административно-бытовых зданий разработаны унифицированные типовые секции с сеткой колонн 6 х 6 м. Ширина пристройки составляет 12 м, отдельно стоящих зданий — 18 м. Длина секций унифицированного ряда составляет 36, 48 и 60 м [4].

Проектируя здание, полезно иметь в виду научно-технический прогноз развития данной отрасли промышленности, который определяет вероятные пути развития отрасли в целом, технологии производства и технологического оборудования. Такой прогноз позволяет с большой обоснованностью принимать решения при выборе объемно-планировочных или конструктивных параметров зданий [1].

В связи с ускорением научно-технического прогресса возникает проблема долговечности промышленных зданий. Если, например, проектируемое здание предназначают для размещения производства, которое, согласно данным прогнозирования, через определенное число лет потеряет свое значение и будет прекращено, то срок службы здания должен быть такой же продолжительности или оно должно быть использовано для размещения другого производства. [5] В этом случае универсальность объемно- планировочных и конструктивных параметров оказывается крайне ценным качеством. [1]

Реализация предлагаемой концепции и принципов является актуальной на сегодняшний день, так как она позволяет решать проблемы сокращения продолжительности и ресурсоемкости строительства производственных зданий, а также с помощью данной концепции повышается эффективность капитальных вложений.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 56.13330.2011 Производственные здания. Актуализированная редакция СНиП 31-03-2001 (с Изменением N 1).
2. Буга П. Г. Гражданские, промышленные и сельскохозяйственные здания / Буга П. Г. – М.: Книга по Требованию, 2013. – 349 с.
3. Дятков С.В., Михеев А. П. Архитектура промышленных зданий. — 4-с изд., репринтное. — М.: ООО «БАСТЕТ», 2006. — 480 с. Рис. 227. табл. 31, библиогр. 48 назв.
4. [http://studopedia.ru/3\\_51237\\_pomeshcheniya-dlya-raboti-na-pk-i-raspolozhenie-rabochih-mest.html](http://studopedia.ru/3_51237_pomeshcheniya-dlya-raboti-na-pk-i-raspolozhenie-rabochih-mest.html).

# КРАТКИЙ ИСТОРИЧЕСКИЙ ОБЗОР РАЗВИТИЯ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Елистратов Г.С., студент  
*к.т.н., доцент Лисятников М.С.*

О формах древних деревянных конструкций можно судить по сохранившимся их описаниям и каменным памятникам, воспроизводящим существовавшие до них деревянные конструкции. Таковы, например, индийские памятники II века до н. э.

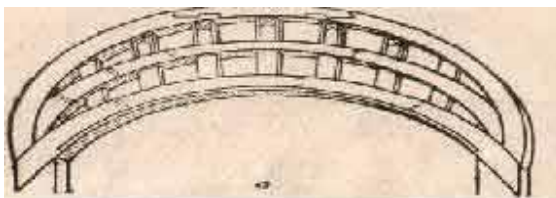


Рис. 1. Каменная копия ранее существовавшей арочной фермы

1) Первобытное общество. Из дерева, первобытные люди, строили жилища на земле, а также на сваях. Создавались первые деревянные ограды и мосты.

2) Древний Рим. Начали строиться деревянные дома, возводились храмы и мосты через крупные реки. Над гражданскими зданиями в Риме применялись треугольные фермы, напоминающие современные. Также к Римским постройкам относятся крупные деревянные балочные и арочные мосты.

3) 1 век. Легионы Цезаря возвели деревянный мост через реку Рейн.

4) Средние века.

В Китае и Японии начинали строить деревянные храмы, с применением бамбуковой древесины. В Европе широко применялись деревянные стропила крыш. Появились дома, храмы, дворцы со стенами из круглых бревен. В средние века в покрытиях соборов, над дворцовыми и общественными залами, начали применяться сложные стропильные системы в соединении с составными балками, сплоченными на зубьях.

5)15 век. В эпоху Возрождения арх. А. Палладио (1518 - 1580 годах) разработал и построил рациональные арочные и балочные мостовые фермы, по своей схеме отличающиеся от современных. Но эти фермы начали распространяться лишь в XIX веке, так как, не смотря на четкую схему конструкций, не имели точных сведений о работе и имели несовершенства узловых соединений.

6)17 век. Появилась возможность ручной, а затем и механической распиловки бревен, создания стержневых систем в виде брусчатых и дощатых конструкций.

7)18 век. В XVIII веке для мостов больших пролетов строились фермы более сложной конструкции, менее статически ясные, чем фермы Палладио. Так в 1778 году в Швейцарии братьями Грубенман был построен мост через реку Лиммат. А в 1893 году было возведено первое здание с использованием клееных деревянных конструкций.

8)19 век. Разработаны брусчатые конструкции на пластинчатых нагелях, а также прочные водостойкие синтетические клеи (фенолформальдегидные, резорциновые). Преобладали железобетонные элементы заводского изготовления и металлические конструкции. Развивались деревянные клееные конструкции: клееная водостойкая фанера, клеедеревянные балки, стойки, рамы, клефанерные плиты и панели, клеедеревянные фермы со стальным нижним поясом. Построен первый завод клеедеревянных конструкций в России.

9)В настоящее время. Дальнейшее развитие строительства предусматривает широкое внедрение конструкций, удовлетворяющих условиям комплексной механизации их изготовления и скоростного монтажа.

Прогрессивной формой деревянных конструкций являются, в первую очередь, клееные конструкции заводского изготовления из досок на водостойких клеях, позволяющие максимально использовать мелкосортную и низкокачественную древесину в сжатых и изгибаемых элементах конструкций, расходуя при этом минимум высококачественной древесины и стали. Разработанные в настоящее время интенсивные способы консервирования древесины и склеивания ее водостойкими клеями, позволяют применять деревянные конструкции в открытых наземных и гидротехнических сооружениях: мостах, эстакадах, башнях,



плотинах и т. п. Предстоит дальнейшая работа по внедрению технологии высококачественной склейки в производство.

Широкое распространение получают легкие клефанерные конструкции с применением в них водостойкой высококачественной фанеры. Хорошие перспективы имеет применение бакелизированной фанеры в строительных конструкциях. Замена пиломатериалов фанерой явится одним из наиболее эффективных средств экономии древесины в строительстве.

Дальнейшему усовершенствованию подлежат металло-деревянные системы сквозных ферм заводского изготовления. Заводское домостроение, в будущем, получит широкое развитие.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зубарев Г.Н., Лялин И.М. «Конструкции из дерева и пластмасс» 1980 г.
2. Ю. В. Слицкоухов, В. Д. Буданов, М. М. Гаппоев и др. «Конструкции из дерева и пластмасс: Учеб. для вузов» Стройиздат, 1986 г.

### **ОСОБЕННОСТИ УСИЛЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ПОМОЩИ СТЕКЛОТКАННЫХ И УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Ерохин О.А., студент  
*к.т.н., доцент Лукин М.В.*

В настоящее время усиление строительных конструкций стеклотканевыми и углеродистыми материалами получило наибольшую популярность.

Усиление композитными материалами обладает следующими преимуществами:

- высокая прочность на разрыв и предел прочности на растяжение, а также деформативные свойства отличные от таких-же характеристик у других типовых материалов (металл, бетон, раствор);

Основные физико-механических характеристики материалов представлены в таблице 1.

Таблица 1

Наименование	Модуль Юнга E, ГПа	Предел прочности при растяжении, $\sigma$	Деформация при разрыве, $\epsilon$	Удельный вес, $\rho$
Углеволокно (лента)	240-280	3500	1.6-1.73	1.75
Стекловолокно (лента)	85-90	2500	4.5-5.5	2.64-2.49
Сетка из углеволокна 5x5	230	3500	1.5-1.8	1.8
Сетка из стекловолокна 5x5	70	2800	1.0-3.0	3.0-3.5
Сталь	206	250-400 (текучесть), 350-600 (разрыв)	20-30	7.8

- по степени огнестойкости стеклотканевые и углеродистые материалы являются негорючими.

-относительно малая плотность по сравнению с тем же металлом.

- стойкость к коррозии в отличие от металла;

-простой и быстрый монтаж (менее трудоёмкий по сравнению с другими способами усиления), а также возможность усилить любую по форме конструкцию, сохранив её первоначальный архитектурный вид;

-долговечность;

- эти материалы имеют малую толщину 0,1- 2,0 мм, легко поддаются преднапряжению;

-в качестве связующего используется эпоксидный клей или клей на основе микроцемента, что обеспечивает быстрое включение материала усиления в совместную работу с конструкцией.

Композитные материалы обладают следующими недостатками:

-низкая огнестойкость эпоксидных клеев от 50°C (Высокие требования к температурному режиму сооружения в процессе эксплуатации), в отличие от эпоксидного клея микроцемент имеет большую огнестойкость, но при этом оба связующих нуждаются в дополнительной огнезащите;

- высокая стоимость материалов;

Процесс усиления конструкций композитными волокнами заключается в предварительной обработке усиливаемого элемента (очистке от посторонних элементов), наклейке с помощью специального

эпоксидного клея или клея на основе микроцемента на поверхность конструкций натянутых высокопрочных сеток или лент.

Стеклотканевыми и углеродными материалы применяются для усиления бетонных и железобетонных, стальных и алюминиевых, деревянных несущих элементов, кирпичной и каменной кладки [1].

Основные виды усиления композитными материалами:

-расположение композитного слоя в нижней наиболее напряженной части растянутого элемента (балка, плита перекрытия);

-взятие элемента в обойму, оклеивание сетками в поперечном направлении (колонна);

-внешним армированием под углом из композитных материалов по наклонному сечению на повышение несущей способности при действии поперечных сил, а также в случае снижения скалывающих напряжений, для деревянных конструкций, для этого выполняется наклейка U-образных хомутов из углеродных лент, или сеток;

-расположение композитного слоя по всей поверхности элемента;

Особенности усиления и расчёта конструкций с такими композитными материалами представлены в нормативных документах [2].

Композиционные материалы на основе фибры (волокон), применяемые при ремонте и усилении строительных конструкций, изготавливаются из собственно продолговатых микроволокон, омоноличенных в отверждающем полимере, связывающем их в единое целое.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инженерно-строительный журнал, №2, 2010 "Усиление конструкций с помощью композитных материалов." Н.В. Параничева.
2. СП 164.1325800.2014. "Усиление железобетонных конструкций композитными материалами." Минстрой России, 2014 г.

### **ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННЫЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ**

Зайцев В.В., студент  
*к.т.н., доцент Лисятников М.С.*

Предварительно напряженные железобетонные конструкции — строительные изделия, бетон которых на этапе создания принудительно получает начальную расчетную напряженность сжатия. Она создается за

счет предварительного формирования напряжения растяжения в рабочей высокопрочной арматуре и обжатия ею бетона на тех участках, которым предстоит испытывать растяжение (прогиб) при эксплуатации [2].

Преимущества:

Предварительно напряженный железобетон долгосрочно отодвигает время начала формирования расколов в изделиях, работающих на прогиб, сокращает глубину их раскрывания. Вместе с тем изделия приобретают повышенную жесткость, не снижая прочности.

Предварительно напряженным железобетонным балкам свойственно хорошо работать на сжатие и прогиб, имея одинаковую прочность по длине, что позволяет увеличивать ширину перекрываемых пролетов. В таких конструкциях уменьшаются размеры поперечного сечения, следовательно, сокращаются объем и вес комплектующих элементов (на 20 – 30%), а также расход цемента. Более рациональное использование свойств стали позволяет сокращать расход арматуры (стержневой и проволочной) до 50. Напряженная арматура, обжимающая бетон сборочных единиц, обеспечивает практичную их стыковку путем значительного сокращения расходования металла на стыках. Сборные и сборно-монолитные изделия из железобетонных напряженных конструкций могут состоять из стыкуемых частей с одинаковым поперечным сечением, которые по краям выполняются из ненапряженных облегченных (тяжелых) бетонов, а нагружаемый фрагмент — преднапряженный железобетон. Такая продукция имеет повышенную выносливость, компенсируя повторяющиеся динамические воздействия.

Недостатки:

Состояние предварительного напряжения в материале достигается спецоборудованием, точными расчетами, трудоемким конструированием и затратным производством. Продукция требует бережного хранения, транспортировки и монтажа, которые не вызывают ее аварийного состояния еще до начала использования.

Сосредоточенные нагрузки могут способствовать возникновению продольных трещин, которые снижают несущую способность [3].

Материалы для конструкций

Предварительное напряжение в железобетоне обеспечивается применением тяжелых составов средней плотности от 2200 до 2500 кг/м<sup>3</sup>. Требования к продукции гарантируют бетону нормативную прочность не ниже установленной с вероятностью 0,95 (в 95% случаев). Смесь должна набрать возраст не меньше 28 суток до получения материалом предварительных напряжений. На ранних стадиях эксплуатации бетонный камень способен частично утратить напряженное

качество за счет общего снижения напряженности стали (до 16%). Коэффициент надежности материала на растяжение и сжатие в предельных состояниях установлен для эксплуатационной пригодности не ниже 1,0.

Стальная начинка должна оставаться напряженной в железобетонном изделии на всем интервале эксплуатации, выдерживая без вытяжения длительно приложенные нагрузки. В преднапряженных изделиях из железобетона используется высокопрочная сталь с незначительной текучестью, соответствующей параметрам ползучести бетона [3].

С целью компенсации эксплуатационной потери некоторой величины преднапряжения при изготовлении ее значение устанавливают чуть выше, чем предусмотрено строительными требованиями для конструктивного элемента. В продукции применяют горячекатаную упрочненную, холоднодеформированную арматуру, арматурную проволоку (пучки, пакеты, пряди), канаты, сварные каркасы и пр. Поперечное сечение арматуры может быть гладким, периодическим, а укладка проволоки и канатов серповидной и кольцевой.

Сталь должна гарантированно соответствовать установленному классу относительно прочности по преднапряженному растяжению (текучесть металла должна находиться в пределах 0,2% относительного удлинения) с вероятностью от 0,95 и выше. Надежное сцепление с бетонной смесью обеспечивается формированием арматурой сложных пространственных поверхностей [2].

#### Области использования конструкций

Преднапряженные изделия используются, когда применение обычного железобетона нецелесообразно (перерасход материалов, рост веса и стоимости, невозможность обеспечить несущую прочность и пр.). Сферами их использования являются гражданское, промышленное, специальное и гидротехническое строительство.

Такая продукция незаменима и при возведении построек в условиях взрыво- и сейсмоопасности. Особенно эффективна она при формировании сборно-монолитных конструкций, когда отдельные преднапряженные сборные элементы соединяются в проектном положении арматурой так, что работают как одно целое.

#### Вывод

Преднапряженные изделия из железобетона имеют много достоинств. Их недостатки могут быть нивелированы качеством проектирования, производства и монтажа, способствующим длительной эксплуатации.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции.
2. Евстифеев В.Г. Железобетонные конструкции // учебник для студ. учреждений высш. проф. образования. - М.: Издательский центр «Академия», 2011. — 432 с.
3. Кумпяк О. Г. Железобетонные и каменные конструкции // учебник. - М.: АСВ, 2014. — 672с.

### **ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ КОНСТРУКЦИИ НАРУЖНЫХ СТЕН ЦЕХА ПО ПРОИЗВОДСТВУ ЗАПОРНОЙ АРМАТУРЫ В Г. ГУСЬ-ХРУСТАЛЬНОМ ПО АДРЕСУ УЛ. ТРАКТОРНАЯ, Д. 57**

Золин С.В., бакалавр  
*к.т.н., доцент Лукин М.В.*

Сэндвич-панель – это трехслойное строительное изделие, как правило, состоящее из двух листов оцинкованной окрашенной стали и наполнителя между ними [1]. Фрагмент стеновой панели представлен на рис.1, кровельной на рис. 2.



Рис. 1. Фрагмент стеновой сэндвич-панели



Рис. 2. Кровельная сэндвич-панель

В зависимости от назначения сэндвич-панели подразделяются на стеновые и кровельные. При выборе стеновых панелей ключевыми параметрами являются теплотехнические, прочностные и противопожарные характеристики, а для кровельных, в дополнение к этому, – несущая способность и долговечность.

При использовании современных наполнителей, таких как минеральная вата и PIR, возможно строительство зданий даже с нулевым уровнем энергопотребления. Для возведения пассивных зданий и складов с регулируемой газовой средой необходимо использовать технические решения по герметизации всех примыканий, а также применять сэндвич-панели повышенной энергоэффективности, что позволяет практически полностью исключить энергопотери. Конструкция здания из сэндвич-панелей может считаться энергоэффективной если ее воздухопроницаемость составляет менее  $1,5 \text{ м}^3/\text{м}^2\text{час}$ . Важнейшим параметром энергоэффективности сэндвич-панелей является термосопротивление (R0), учитывающее тепловые потери в замковой части конструкции [2]. Минимальное приведенное сопротивление теплопередачи (при  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ ) для качественных сэндвич-панелей ведущих европейских производителей представлено в таблице 1:

Таблица 1

Толщина панели, мм	Термосопротивление, м <sup>2</sup> *К/Вт	
	Минеральная вата	Пенополиуретан
40	-	1,9
60	-	2,8
80	2,1	3,7
100	2,1	4,5
120	2,6	5,5
140	3,1	6,3
160	4,1	7,1
180	4,5	8,3
200	5,0	9,0

Энергосберегающие свойства сэндвич-панелей определяются видом наполнителя, герметичностью замка и наличием в нем уплотнителя. Уплотнитель может быть бутиловый, который устанавливается в момент монтажа панелей или EPDM (этилен - пропиленовый каучук), устанавливаемый в замок панелей при производстве, что обеспечивает лучшую герметичность и энергоэффективность замковой части сэндвич-панели (см. рис.3).



Рис. 3. EPDM уплотнитель в стыке сэндвич панелей

Применение описанных выше по тексту стеновых панелей позволило значительно повысить класс энергоэффективности здания в целом.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технический каталог сэндвич-панелей «Лиссант» 2015 г.
2. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003.

#### КОНСТРУКЦИИ ИЗ ЖИВОГО ДЕРЕВА

Карлов А.А., студент  
*ассистент Кардаш Е.В.*

Новый способ интеграции деревьев в архитектурно-градостроительный дизайн, при котором процесс строительства идет с помощью обрезки, сгибания, придания определенных форм, переплетения деревьев. При таком методе деревья становятся чрезвычайно инновационными конструкциями. Такое строительство уже начинают применять в некоторых странах Европы, например, в Германии [1]. Почему бы не применить такой метод строительства и в России? В основном, в больших плотно населенных городах, в качестве зданий отдыха и развлечения людей, отвлечения от обыденной суеты и для сближения человека с природой.





Рис. 1. Представление архитектурного здания из живого дерева

Основной идеей сращивания деревьев в определенную конструкцию является объединение растительного компонента с металлическими конструкциями и различными строительными материалами, это способствует формированию живых развивающихся строений. Слившееся в единое целое в узле металл и дерево со временем не теряет своей несущей способности, а наоборот увеличивает её.

Но не все виды деревьев подходят для таких конструкций. Идеальными должны быть деревья, обладающие: гибкостью и способностью быстро расти. Наиболее подходящее: платан, тополь, береза.

Основной проблемой данного метода является невозможность предсказать точное значение допускаемой нагрузки. Исследования в этом направлении проводились в институте ИТКЕ в Германии [2], однозначного решения не было получено, так как загрузки производились на ранних этапах роста конструкции.

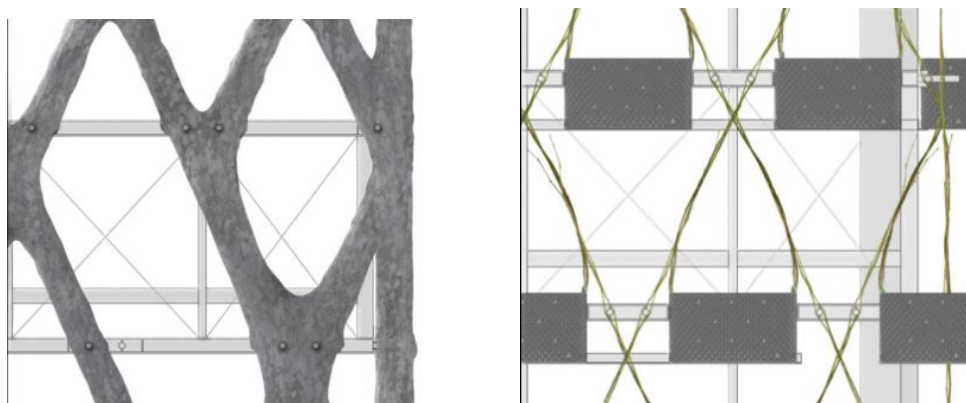


Рис. 2. Сращивание деревьев в единую конструкцию

Сталкивающейся с проблемой предсказания развития постоянно преобразовывающейся древесной структуры, проектировщик должен применять метод, который рассматривает здание как непрерывный процесс, а не как завершенный объект. Некоторые попытки синтезировать такой метод были предприняты в университете Штудгарда в Германии в 2013 г.

Целью данного метода (инструмента) должен быть относительный точный прогноз роста, он должен предоставлять всю необходимую информацию для анализа системы.

В качестве заключения нужно добавить, что данная тема дает широкий объем научных исследований как для архитекторов и строителей, так и для биологов объединяя их для решения общей задачи экологически чистой среды обитания человека.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. "Modellprojekte1" Lebende Bauten durch Baubotanik" Detail : Zeitschrift für Architektur und Konzept, 11-2012, S.1358.
2. "Baubotanik: Entwerfen mit lebenden Bäumen" DGNB Impuls Stuttgart, 29.05.2013 (Ludwig, F.).
3. "Pflanzen.Wachstum.Entwerfen – Baubotanische Konzepte "Symposium zur Ausstellung „Baubotanische Konzepte - Nachhaltige Strategien zur Stadtentwicklung“ IGMA/IZKT, Universität Stuttgart, 18.10.2012 (Ludwig, F., Schönle, D.).
4. Ludwig, F. und Storz, O.: Baubotanik – Mit lebenden Pflanzen konstruieren, Baumeister (Zeitschrift für Architektur) November 2005, Callway-Verlag, München.

## РЕКОНСТРУКЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО КОРПУСА В Г. ЖУКОВСКОМ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Клещунова А.М., студент  
*к.т.н., доцент Лисятников М.С.*

Многие промышленные предприятия нашей страны начинают постепенно модернизацию своих производственных мощностей, ведь без внедрения более высоких технологий в производственные процессы и обновления технической базы не будет развития предприятия.

Зачастую в производственных предприятиях при модернизации производств возникает потребность в изменении характеристик зданий и сооружений уже эксплуатируемых на предприятиях. Тогда и возникает потребность в реконструкции зданий.

Наиболее сложные задачи которые приходится решать проектировщику возникают во время проектирования работ связанных с реконструкцией зданий. Известно, что реконструировать уже построенное здание всегда сложнее чем спроектировать аналогичное новое, а тем более, когда приходится усиливать конструкции уже прослужившие более сотни лет, под новые, увеличенные нагрузки.

В примере данной статьи будет рассмотрено усиление строительных конструкций на стекольном заводе расположенном в г. Жуковский.

Здание в плане прямоугольное, с размерами в осях 49,5 x 32,25 м. Здание трёхэтажное с подвалом. Конструктивная схема здания – неполный каркас, с наружными несущими кирпичными стенами и внутренними железобетонными колоннами. Шаг колонн принят 4,3 м, пролёты – 14,15 м, 5,69 м, 6,72 м.

Первым шагом было произведено обследование реконструируемого здания в ходе которого определилась фактическая несущая способность и эксплуатационная пригодность основных несущих конструкций, а также возможность проведения реконструкции в части здания цеха листового стекла. Объем выборки конструкций, и методика проведения обследования принимались в соответствии с указаниями о порядке обследования зданий и сооружений. Изучалась существующая техническая документация на здание и его конструктивные элементы. Определялись геометрические размеры и характеристики сечений конструкций. С помощью геодезических приборов были определены отклонения конструктивных

элементов в своих осях. Были проведены инженерно-геологические изыскания, взяты пробы грунтов. После выполнены поверочные расчеты на вновь создаваемые нагрузки от нового технологического оборудования.

Обследование и оценка состояния конструктивных элементов выполнялись визуально и инструментально.

При обследовании фиксировались:

- общий характер и степень повреждений конструкций;
- состояние конструкций перекрытия и несущего остова;
- фактическое армирование железобетонных конструкций;
- параметры температурно-влажностного режима помещений;
- размеры помещений и конструкций.

После проведенного обследования было установлено, что требуется усиление плит и балок перекрытия, колонн, а также необходима пробивка множества проемов в несущих стенах здания и замена массивной кирпичной стены каркаса на металлические колонны из-за невозможности размещения технологической линии между кирпичными стенами.

После проведения обследования вторым шагом было проектирование работ, связанных с реконструкцией цеха. После составления и утверждения технического задания проектировщики приступили к решению сложнейшей задачи, связанной с реконструкцией. В проекте были разработаны:

- мероприятия по усилению существующего перекрытия второго этажа над линиями прохода нового оборудования для восприятия расчётной нагрузки 45 кН/м.кв.;
- устройство новых колонн третьего этажа в связи со схемой расстановки нового оборудования;
- предусмотрен демонтаж кирпичной стены по оси "5" для объединения со вторым этажом пристраиваемого здания;
- решения по устройству встраиваемого перекрытия на отм. +7,430 под расчётную нагрузку 20 кН/м.кв.;
- мероприятия по усилению дефектов конструкций, полученных в ходе эксплуатации объекта;
- мероприятия по устройству подвесного крана на существующие стропильные фермы грузоподъёмность 3,2 т;
- решения по выполнению проёмов по оси "1" для пропуска нового оборудования;

- решения по устройству нового ската кровли и возможности демонтажа фонаря.

Данные решения помогли провести реконструкцию здания и сохранить конструкции здания для последующей эксплуатации без угрозы жизни и здоровья работников цеха и сэкономили значительные средства, которые понес бы инвестор по сравнению с новым строительством аналогичных мощностей.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 15.13330.2010. Каменные и армокаменные конструкции. – М.: Минрегион России, 2011. – 76 с.
2. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. – М.: - Минрегион России, 2012. – 147 с.
3. СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия». – М.: Минрегион России, 2011. – 96 с.
4. СП 22.13330.2011 «Основания зданий и сооружений». - М.: Гос. предпр. Центр проектной продукции массового применения, 2011. – 161 с.
5. СП 63.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции. Общие положения». – М: Минрегион России, 2011. – 116 с.

### **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОБЛОКА В ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

Князев А.А., студент  
*к.т.н., доцент Сергеев М.С.*

Практически до конца прошлого века основными материалами для стен гражданских зданий были в основном камень и бетон. В процессе эксплуатации имелись значительные потери энергоносителей потребляемых зданием как в холодный период так и в теплый. Резкое изменение технических требований норм и правил к теплотерям ограждающих конструкций в сторону их ужесточения. Вызовом строительной индустрии на современном этапе так же является требования увеличения производительности труда в процессе возведения зданий и помещений, которые как минимум должны соответствовать мировым, а в оптимальном варианте превосходили их.

«Теплостен» представляет собой 3-х слойный строительный блок. Внутренний и несущий слои связаны между собой стеклопластиковыми стержнями.

Изначально это финская технология, переработанная нашими ведущими Московскими институтами. После приобретения патента были дополнительно проведены испытания в НГАСУ в Новосибирске. Блок выпускается по ТУ, вышеупомянутыми институтами. Все параметры, заявленные в ТУ, были подтверждены натурными испытаниями в "Новосибирской сертификации" в 2006 г.

Объем одного блока "Теплостен" соответствует объему 12,5 кирпичей. А если сравнить толщину готовой стены из теплоблоков - то на сегодняшний день она значительно меньше, чем стена из других широко применяемых строительных материалов, при тех же теплотехнических характеристиках.

«Теплостен» представляет собой трех слойный теплоблок со следующими габаритными размерами: 400 мм - ширина, 300 мм - глубина, 200 мм - высота. Стеновой теплоблок "Теплостен" имеет трех слойную конструкцию. Основной и наружный слои теплоблока изготавливаются из легких сверхпрочных бетонов с применением керамзита мелкой фракции, между ними находится слой теплоизоляции из пенополистирола.

Наружный слой стенового теплоблока может иметь различную фактуру и декор по желанию заказчика. Несущий внутренний слой имеет гладкую лицевую поверхность, готовую под шпатлевку и штукатурку. В процессе производства слои стенового теплоблока "Теплостен" надежно скрепляются между собой арматурными стеклопластиковыми стержнями.

Легкость стенового материала "Теплостен" в разы снижает нагрузку на фундамент, а соответственно и его стоимость. Производство теплоблоков ведется на новейшем современном оборудовании, что позволяет свести к минимуму погрешности в размерах стеновых блоков. Отклонения в размерах теплоблоков могут составлять не более  $\pm 1$  мм.

Математическая модель теплотехнического расчета стенового материала "Теплостен" представляет собой четыре основных блока, а именно:

- блок исходных данных - переменные величины, которые варьируются пользователем в определенных допустимых интервалах;
- блок констант - представляет собой ряд математических и физических величин участвующих в теплотехническом расчете;

- блок расчет - собственно математическая модель теплотехнического расчета стенового материала "Теплостен";

- блок вывода рассчитываемых величин - представляет собой ряд рассчитанных теплотехнических величин.

В ходе работы рассмотрены и проанализированы: основные физические свойства и классификация строительных материалов для внешних ограждений; теплотехнические свойства, виды и методы расчета стеновых строительных материалов; теплотехнический расчет стеновых ограждений с применением стеновых материалов "Теплостен".

Разработано и проверено: математическая модель теплотехнического расчета стенового ограждения с применением стенового материала «Теплостен»; блок схемы программы; программа теплотехнического расчета.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богословский В. Н. Строительная теплофизика. М.: Высш. школа, 2012. 415 с.
2. Горяева Г. Н. Методы теплотехнического расчета наружных ограждений зданий. г. Ухта, 2011, - 51 с.
3. Лихненко Е. В. Теплотехнический расчет ограждающих конструкций гражданских зданий. - Оренбург: ГОУ ОГУ, 2013 - 26 с.

#### ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ И ТЕНТОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Козлова Н.П., студент  
*ассистент Кардаш Е.В.*

В настоящее время стали весьма популярны пневматические и тентовые конструкции зданий. Они широко применяются для строительства любых спортивных объектов, выставочных комплексов, рыночных павильонов, складских и производственных помещений, а также для небольших построек. Пневматические и тентовые конструкции имеют ряд положительных качеств. Основными достоинствами этих конструкций являются возможность покрытия больших площадей, быстрая возводимость, мобильность, компактность, низкая стоимость по сравнению с капитальными зданиями и сооружениями.

Пневматическими конструкциями называют мягкие тканевые, либо плёночные оболочки, несущие функции которых обеспечиваются воздухом, находящимся внутри них под некоторым избыточным давлением. [1] Пневматические строительные конструкции в зависимости от характера работы обычно делятся на две самостоятельные группы — пневмокаркасные, или ещё их называют надувные, и воздухоопорные. Пневмокаркасные конструкции (ПКК) — вид быстросборных тентовых сооружений, в основу строения которых заложен принцип «надувной фигуры». Несущими элементами конструкций являются пневмокаркасные модули — 2-х слойные тентовые системы, в пространство между слоями которых закачивается воздух. [2] Зачастую, с наружной и внутренней сторон имеются тканевые обшивки, выполненные из прочного негорючего материала. Воздухоопорные конструкции представляют собой оболочки, стабилизированные в проектном положении незначительной разницей давления в разделяемых оболочкой пространствах. Это конструкции, опирающиеся на воздух. Основными частями воздухоопорной пневматической конструкции являются собственно оболочка, шлюз, контурные элементы с анкерными устройствами, воздуходувные и отопительные установки.

Тентовые конструкции состоят из оболочки - тента и каркаса. Оболочки могут быть изготовлены из конструкционной водо- и воздухонепроницаемой ткани или из армированной пленки аналогичных тканям, применяемым в пневматических конструкциях, а также из тканей без покрытий. Каркасы могут состоять как из деревянных, так и стальных элементов, и тросов.

По типу каркасов тентовые конструкции бывают с жестким каркасом и с вантово-стоечным или тросостоечным каркасом. Тентовые конструкции с жестким каркасом имеют легкий деревянный каркас, воспринимающий основные нагрузки. Тканевая оболочка в них выполняет ограждающие функции и служит для передачи внешних нагрузок на основной каркас. Тентовые конструкции с вантово-стоечным или тросостоечным каркасом имеют внешние деревянные или стальные стойки, поддерживающие стальные тросы, которые крепятся к анкерным опорам. К этим тросам в нескольких точках крепится тканевая оболочка. Она служит не только ограждающей, но и основной несущей предварительно напряженной оболочкой, которой необходимую форму придают искусственно создаваемые растягивающие усилия тросов.



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тишков В.А., Рыскулова М.Н. Архитектура. Общий курс: Учебное пособие. - М.: Издательство АСВ, 2015, - 124 с.
2. Канчели В.Н. Строительные пространственные конструкции: Издание второе, переработанное и дополненное. Учебное пособие. - М: Издательство АСВ, 2008. - 128 стр.
3. Нигматов И.И. Плоскостные и пространственные конструкции покрытий зданий // Учебное пособие. - М.: Издательство АСВ, 2008. - 144 с.

## ПРОБЛЕМЫ ИНСОЛЯЦИИ В УСЛОВИЯХ ПЛОТНОЙ ЗАСТРОЙКИ

Краснова А.Н., студент  
*к.т.н., доцент Яшкова Т.Н.*

Одной из проблем в сфере капитального строительства и жилищно-коммунального хозяйства является острый дефицит жилья.

Альтернативой строительству жилья на новых территориях является реконструкция существующей жилой застройки.

Во многих городах значительную часть площади жилых районов занимает застройка малой и средней этажности периода 1940 – 70 г.г. Старый жилищный фонд характеризуется существенным физическим и моральным износом и в то же время часто занимает довольно удобные участки, расположенные вблизи от центров тяготения и обеспеченные инженерными сетями. Поэтому обновление этого фонда вполне экономически оправдано. В настоящее время реконструкция жилой застройки очень актуальна и направлена на повышение технико-экономических показателей застройки и улучшение удобства и комфортности проживания.

Одним из современных подходов к переустройству городской среды является уплотнение застройки за счет надстроек, пристроек и врезок в составе существующих строительных комплексов.

Однако, уплотнение застройки не улучшает такие градостроительные показатели, как разрывы между зданиями и инсоляция.

Одним из важнейших экологических критериев, оказывающих влияние на выбор архитектурно-планировочных решений жилой застройки и на принятие решения о реконструкции является инсоляция.

Обеспечение оптимального светового режима имеет значение при создании нормальных условий труда и быта.

Психоземotionalное и биологическое воздействие инсоляции на человека послужило критериями для установления норм по продолжительности инсоляции.

Анализ исследований отечественных и зарубежных ученых инсоляционного режима жилых помещений позволяет сделать вывод, что на продолжительность инсоляции жилых помещений оказывают влияние такие факторы, как:

- ориентация здания по сторонам света
- особенности застройки
- высота зданий
- величина разрывов между зданиями
- организация рельефа местности
- озеленение территории

На обеспечение нормативных условий инсоляции жилых помещений в основном оказывают влияние:

- ориентация зданий по сторонам света
- высота зданий
- взаимное расположение зданий в застройке

По сравнению с широтной и меридиональной разновидностями условий инсоляции лучшую планировку по санитарно-гигиеническим и бытовым условиям имеют секции свободной ориентации. В этом случае секции могут занимать любое положение по сторонам света при расположении фасадной стены – той, где размещается лестничная клетка. Секции свободной ориентации всегда состоят из двух квартир. Однако применение этой разновидности ограничено вследствие малой экономичности.

Поэтому во всех случаях, где это возможно по условиям ориентации и расположения в застройке применяют секции широтные и меридиональные, когда секции обращены только в благоприятную по инсоляции часть небосвода, либо состоят только из односторонних квартир.

При реконструкции зданий и застройки инсоляция требует проверки, поскольку устройство пристроек, надстроек этажей, строительство новых зданий и, в связи с этим, уменьшение разрывов между зданиями могут привести к нарушению норм продолжительности инсоляции.

Нормируемая продолжительность инсоляции обеспечивается за счет разрывов между зданиями. Однако при большинстве ориентаций минимальные расстояния между параллельными зданиями, определенные по нормам инсоляции значительно меньше, чем две высоты, требуемые нормами.

Вопросы учета инсоляции при реконструкции сложившейся жилой застройки рассмотрены в работах Н.В. Оболенского, Л.Н. Орловой, Т.Б. Говоровой. Исследования по измерению теплового, бактерицидного и эритемного излучения позволяют сделать вывод о возможности уменьшения разрывов между зданиями, что безусловно расширит возможности реконструкции и в части надстроек зданий.

На продолжительность инсоляции оказывает влияние целый комплекс факторов, одновременный и более точный учет которых позволит получить более достоверные сведения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1076-01 Гигиенические требования к инсоляции и солнцезащите помещений жилых и общественных зданий и территорий.
2. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\*.
3. Касьянов В.Ф. Реконструкция жилой застройки городов: Учебное пособие – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2005.
4. Архитектурная физика: Учеб. Для вузов: Спец. Архитектура/ В.К. Лицкевич, Л.И., Л.И. Макринский, И.В. Мигалина и др.; Под ред. Н.В. Оболенского. – М.: Стройиздат, 1998.
5. Булгаков С.Н. Реконструкция жилых домов первых массовых серий и малоэтажной жилой застройки. – М.: Российская Академия архитектуры и строительных наук.1998.
6. Шагин А.Л., Бондаренко Ю.А., Гончаренко Д.Ф., Гончаров В.Б., Реконструкция зданий и сооружений. Учебное пособие. – М.: Высшая школа. 1991.
7. Оболенский Н.В. Архитектура и солнце. – М.:Стройиздат. 1988.

## **ПРОЕКТ МЯСОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ЦЕХА В Г. АЛЕКСАНДРОВЕ ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ**

Кречко Ю.В., студент  
*к.т.н., доцент Лукин М.В.*

Одним из наиболее приоритетных направлений развития Владимирской области является агропромышленный комплекс.

Мясная промышленность является основной отраслью пищевой промышленности, обеспечивающая население страны пищевыми продуктами.

Ежегодно строятся и реконструируются предприятия мясной отрасли, производится технологическое перевооружение и обеспечение мясоперерабатывающих предприятий современным технологическим оборудованием, комплексно механизуются и автоматизируются производства.

Перед началом проектирования решаются следующие вопросы:

- 1) Определение потребности.
- 2) Выбор района строительства: необходимо осуществлять более рациональную переработку сырья, увеличить ассортимент и качество расфасованных товаров и т.д.
- 3) Выбор площадки строительства.

Площадку для строительства проектируемого завода необходимо выбирать на землях, малопригодных для сельскохозяйственного использования.

Размер санитарно-защитной зоны предприятий мясной промышленности до границы животноводческих, птицеводческих и звероводческих ферм следует принимать 1000 м. Предприятия мясной промышленности следует размещать с наветренной стороны для ветров преобладающего направления по отношению к санитарно-техническим сооружениям и установкам коммунального назначения и к предприятиям с технологическими процессами, являющимися источниками загрязнения атмосферного воздуха вредными и неприятно пахнущими веществами [1,2].

Место расположения площадки должно обеспечивать возможность соблюдения санитарных норм по предельным концентрациям вредных

выбросов в атмосферу и водоемы. На предприятии необходимо предусмотреть подъездные пути.

При выполнении проекта мясоперерабатывающего цеха необходимо учитывать производственный процесс и связанную с ним технологическую схему.

В соответствии с выбранной технологией обработки сырья и его количеством подбирают тип оборудования, подсчитывают необходимое количество и komponуют линии обработки.

Выбор и расчет необходимого оборудования также являются наиболее важным этапом разработки проекта предприятия, так как от правильного выбора оборудования зависят четкая и планомерная работа предприятия, качество выпускаемой продукции, производительность труда. Для выбора оборудования рассматривают их технологические характеристики:

- производительность в час;
- габаритные размеры;
- занимаемая площадь;
- потребляемая электроэнергия;
- продолжительность обработки.

Численность производственных рабочих определяют на основании результатов продуктовых расчетов и принятых аппаратно-технологических схем производства.

Расчет производительной площади может быть выполнен несколькими способами. В том числе и по укрупненным нормам на одну тонну выработки мяса в смену (таблица 1).

Таблица 1

Мощность цеха в смену, т	Площадь мясокомбинатов, м <sup>2</sup> /т	
	Два параллельно работающих конвейера	Два последовательно работающих конвейера
30	17	17
50	12	12
100	10	-

Площадь вспомогательных и складских помещений составляет 15 % от общей площади основного производства. К ним относятся:

компрессорное отделение; трансформаторная подстанция и котельная на территории предприятия, ремонтно-механические мастерские и гараж; собственные очистные сооружения, пожарный пункт.

При расчете площадей административного здания следует принимать расход площади на одного конторского работника 8-10 м<sup>2</sup>.

К административно-бытовым помещениям относят: помещения начальника цеха, цеховую лабораторию, комнаты мастеров, административные бюро, комнаты инженеров [3].

Объемно – планировочное решение производственного здания определяется как общими закономерностями архитектурной композиции, так и специфическими, только ему свойственными особенностями. Высота производственного корпуса определяется габаритами оборудования и чаще всего соответствует 4,8 м.

Правильное использование материалов в соответствии с их свойствами позволяет значительно повысить эффективность строительства и увеличить срок службы зданий и сооружений.

Главными свойствами строительных материалов, по которым определяют надежность их применения в элементах здания, являются - прочность, плотность, теплопроводимость, теплоемкость, влажность и т.д.

При выполнении проектов по реконструкции и проектированию мясоперерабатывающих предприятий, следует исходить из современных тенденций развития отрасли, требований к проектированию и интенсификации технологических процессов для создания экологически чистых технологий на основе максимального сбора вторичного сырья. Современное производство основано на использовании прогрессивных технологий, последних научных разработок, позволяющих выпускать максимум качественной, конкурентоспособной продукции при минимальных потерях и затратах.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ВНТП 540/697-91 Нормы технологического проектирования предприятий мясной промышленности. – М.:, 1991 г.
2. ВСТП-6.02.92 Санитарные и ветеринарные требования к проектированию предприятий мясной промышленности. – М.:, 2006 г.
3. Архангельская Н.М. Курсовое и дипломное проектирование предприятий мясной промышленности: Учеб пособие для студентов вузов. - М.: Агропромиздат, 1986. - 200 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕРЕВЯННЫХ БАЛОК, АРМИРОВАННЫХ СТАЛЬНОЙ КАНАТНОЙ АРМАТУРОЙ ПО ОРИГИНАЛЬНОЙ КРИВОЛИНЕЙНОЙ ТРАЕКТОРИИ

Кощев А.А., магистрант  
*к.т.н., доцент Лукин М.В.*

На сегодняшний день одним из самых популярных материалов в малоэтажном частном строительстве является древесина. Огромные объемы потребления этого ресурса при строительстве жилых и общественных зданий заставляют ведущие научные объединения задумываться над внедрением технологий, направленных на более рациональное использование лесоматериала при изготовлении основных несущих элементов зданий.

В данной научной работе предложена оптимизированная технология армирования деревянных балок и ряд принципиально новых решений, позволяющих значительно упростить и удешевить процесс армирования, максимально включить в работу массив древесины и возможно, избежать хрупкого разрушения при нагружении строительной конструкции.

Предложенная технология основана на ряде предложений по оптимизации работы арматуры внутри древесного массива [1].

Предлагается изменить форму паза армирования по длине, в частности, на опорах предлагается выполнять зигзагообразные прорези для улучшения сцепления арматуры на опорах. Шаг и количество волн принимаем на основе натуральных испытаний. Длина анкерówki предлагается на  $1/12-1/20$  пролета на опорах. По сравнению с существующими способами армирования, предлагаемая форма позволяет увеличить длину анкерówki в 1,6 раза.

Для задания математической модели данной балки использовался программный комплекс SCAD. В программе была воссоздана геометрия балки длиной 6 метров, сечением 100x200 мм с соответствующим армированием, как стержневая система. Затем была произведена триангуляция замкнутых контуров балки и превращение ее в объемное тело (рисунок 1).

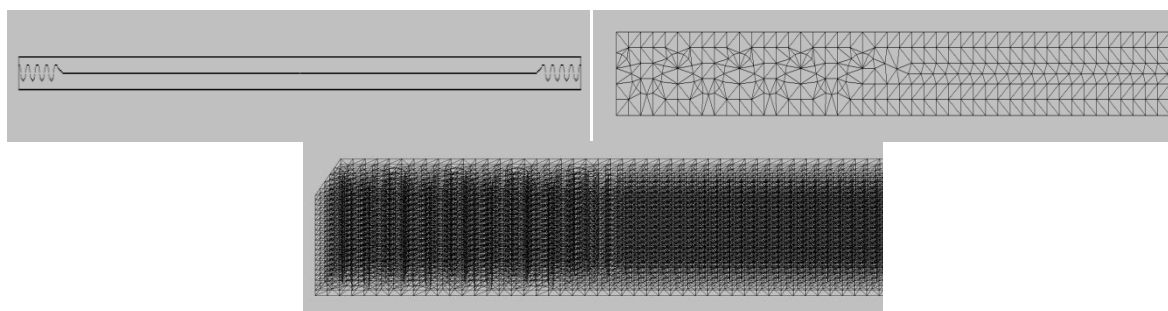


Рис. 1. Триангуляция контура балки

Следующим этапом формирования модели было задание жесткостных характеристик для элементов системы, и для представленных балок был произведен расчет эпюр, усилий, напряжений и деформаций мультифронтальным методом. На рисунке 2 синим цветом окрашена зона сжимающих напряжений, красным – растягивающих.

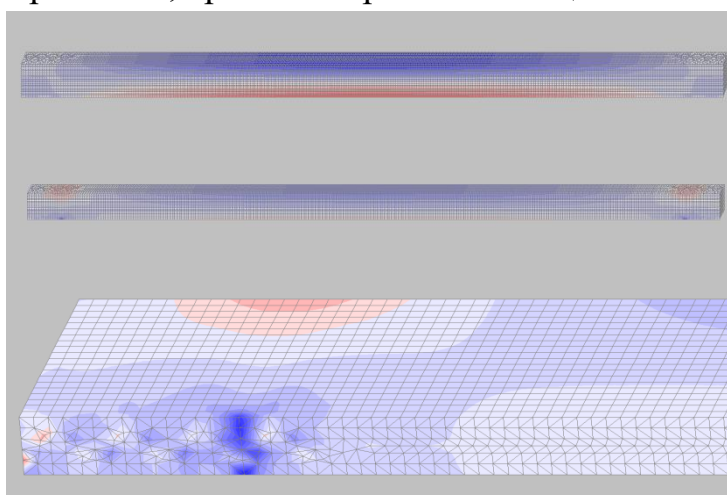


Рис. 2. Внутренние напряжения балки

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод о том, что данный тип армирования значительно изменяет работу древесины в балке.

Если проанализировать возникающие деформации, а именно прогиб в середине пролета – то по сравнению с обычной балкой армированная предварительно напряженная балка показала хорошие результаты, в 3 раза уменьшив прогиб. Следует заметить, что заданная величина предварительного напряжения является условным, т.е. определить его реальную величину можно только экспериментальным путем. После проведения эксперимента предварительное напряжение может быть уменьшено и, соответственно, преимущество перед обычной древесиной у армированной балки будет уменьшаться пропорционально. Если сравнивать возникающие напряжения, то в древесине у неармированной



балки максимальные растягивающие напряжения в 4 раза больше, чем у армированной. Все эти данные говорят об эффективности данного типа армирования в сравнении с балками из цельной древесины.

Деревянные балки нового типа могут быть использованы в качестве более дешевой и надежной с точки зрения прочностных характеристик альтернативы обыкновенным деревянным балочным конструкциям с преимуществом уменьшения проектной высоты перекрытия. Данные конструкции используются при изготовлении систем покрытия и перекрытия в малоэтажном, общественном и промышленном строительстве.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. В.Ю. Щуко, С.И. Рощина. «Клееные армированные деревянные конструкции» изд. ГИОРД, 2009 г., 128с.

### ОСОБЕННОСТИ РАСЧЁТА РАМ ИЗ СВАРНЫХ ДУТАВРОВЫХ ПРОФИЛЕЙ

Кудрявцева А.А., студент  
*к.т.н., доцент Сергеев М.С.*

В строительстве часто возникает необходимость проектирования большепролетных промышленных зданий. В таких случаях применяют двухшарнирные и бесшарнирные рамы.

Бесшарнирные рамы обладают большей жесткостью, чем двухшарнирные, они более экономичны и удобны при монтажных работах, но при этом возникает потребность мощных фундаментов. Поэтому, чтобы уменьшить расходы на фундаменты, чаще применяют двухшарнирные рамы.

Ригели и стойки сплошных рам проектируют из сварных двутавровых профилей, несущая способность которых проверяется по формулам для внецентренно сжатых и сжато-изгибаемых стержней.

Рамы рассчитываются методами строительной механики, как стержневые системы, при помощи ЭВМ. Разбивка элементов производится по геометрическим осям, проходящим через центры тяжести сечений колонн и ригелей. В результате статического расчета, получают усилия в

каждом элементе. Затем составляются расчетные сочетания усилий, учитывающие наиболее неблагоприятные комбинации от каждого вида действующих нагрузок.

Для обеспечения совместной работы отдельных конструктивных элементов системы применяют сварку. От вида применяемых сварных швов и подготовки свариваемых поверхностей будет зависеть как прочность сварных соединений, так и технологичность производства сварочных работ. Что оказывает прямое влияние на трудоемкость и экономичность производства рамных конструкций.

Существуют проблемы нормативного обеспечения сейсмобезопасности зданий и сооружений.

Основной причиной возникновения сейсмических нагрузок является землетрясение. Землетрясение - это колебания земной поверхности, вызванные тектоническими процессами.

Накопленная потенциальная энергия в поверхностном слое Земли, переходит в кинетическую, что приводит к движению тектонических плит, и как результат к землетрясению. Этот процесс сопровождается сейсмической активностью, которые порождаются сейсмическими волнами.

До последнего времени в проектировании учитывались только горизонтальные колебания, однако разрушительные Агадирское (Марокко) 1960 года и Ташкентское 1966 года землетрясения, побудили ввести в нормы проектирования дополнительные требования по учету вертикальных колебаний.

Проанализируем обеспечение сейсмобезопасности зданий по СП 14.13330.2014 и противоречие данных норм, которые могут привести к дефектам строительных конструкций и авариям зданий.

Результатами исследований установлено, что 30% города Красноярск находится в зоне сотрясаемостью 7-7,5 баллов, что не соответствует нормативному значению в 6 баллов, указанному на карте. Здания и сооружения, попавшие в данную область, не соответствуют требованиям по сейсмостойчивости.

На основе полученных данных можно сделать вывод, о необходимости проведения работ по сейсмическому микрорайонированию территории РФ.

Инженеры-строители благодаря «допущениям» СП не уточняют реальную сотрясаемость площадки, не учитывают дополнительные

конструктивные мероприятия, тем самым уменьшают стоимость строительства в ущерб сейсмобезопасности здания.

В СП 14.13330.2014. запрещается применять инновационные решения по защите, хотя они бывают намного эффективнее. Например, сплошные фундаментные платформы на скользящем слое, которые уменьшают действие крутильных, сейсмических воздействий на все здание в целом, а не на отдельную конструкцию.

Геодинамические данные аккумулируются в строительных нормах, как бальность, но этой информации недостаточно для моделирования и расчета всего сооружения. Параметры сейсмического воздействия на основание и на фундаменты здания отличаются, для устранения разницы, в строительные нормы приходится вводить многочисленные поправочные коэффициенты, что не отражает действительной работы отдельных конструкций и сооружения в целом.

При принятии конструктивных решений, необходимо обходить сложности моделирования сейсмических воздействий и несовершенства теории и методов расчета. Для этого нужно соблюдать основные принципы конструирования в сейсмических районах:

- формирование цельной единой системы фундамент-здание;
- проектирование конструкций малочувствительных к сейсмическим воздействиям;
- использование устройств, снижающих сейсмические колебания на все здание в целом.

Сравнивая динамические и статические расчеты, можно прийти к выводу, что первые существенно сложнее по исходным данным и анализу полученных результатов. Расчет на сейсмические воздействия является частным видом динамических расчетов. В литературе они не так подробно описаны, вместе с этим часто встречаются в проектировании реальных объектов.

Динамические нагрузки, сообщают массам тела ускорения. Возникающие при этом инерционные силы, вызывают колебания здания.

Чтобы правильно произвести динамический расчет, необходимо:

- исключить возможность резонанса, сравнив частоты собственных колебаний сооружений и частотой вынужденных колебаний.
- определить максимальные усилия, возникающие в процессе колебаний в конструкциях, убедиться в том, что они не превышают

предельно допустимые величины, из условий прочности, устойчивости, выносливости;

- определить динамические перемещения, выполнив условие предельно допустимых значений, установленных нормами

Для динамических расчетов реальное сооружение упрощают, полученная схема называется расчетной. Основным критерием в динамике, является степень свободы системы (число независимых координат, определяющих положение всех масс системы в пространстве в любой момент времени ее движения).

Благодаря расчетам ЭВМ, получается увеличить точность расчета, т.к. программы позволяют ввести сооружения с большим числом степеней свободы.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Амосов А.А. Основы теории сейсмостойкости сооружений. – М.: Издательство АСВ, 2011. – 166 с.

### **СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ФАСАДНОГО ОСТЕКЛЕНИЯ ЗДАНИЙ**

Кузнецова М.С., студент  
*к.т.н., доцент Яшкова Т.Н.*

Значительным достижением современного строительства является фасадное остекление зданий. На протяжении последних лет, технология получила признание у строителей, дизайнеров, архитекторов.

Широкое использование светопрозрачных конструкций является одной из наиболее актуальных тенденций в современном градостроительстве. Если раньше предназначение стекла заключалось в заполнении оконных проемов, то теперь его все чаще используют в качестве стенового материала.

Помимо эстетического значения стеклянные здания имеют особенную функциональность — человек чувствует себя на улице, но при этом находится внутри здания. Строение выглядит легким, воздушным. Отражая движущиеся облака, оно как будто движется в городском потоке.

К преимуществам технологии остекления фасадов зданий можно отнести следующее:

- Застекленный фасад здания способен стать его визитной карточкой. Благодаря представленному на современном строительном рынке многообразию типов стекол и цветовой палитры есть возможность придать любому зданию и строению респектабельность и элегантный внешний вид.
- Остекление позволяет значительно усовершенствовать эксплуатационные характеристики здания. Благодаря тому, что алюминиевый каркас, используемый при остеклении, не подвержен разрушению, все несущие конструкции строения приобретают максимальную долговечность. Особенности технических характеристик алюминия позволяют оформить фасад в соответствии с различными уровнями архитектурной сложности.
- Остекление фасадов зданий и строений позволяет повысить шумо- и теплоизоляционные свойства здания и повысить уровень пожарной безопасности.

В современном строительстве используют следующие типы остекления фасадов зданий:

- Планарное остекление фасадов или вантовое остекление – это особая точечная технология остекления, которая заключается в оригинальном креплении стекла, основанном на применении натяжных конструкций. Планарное или вантовое остекление фасадов существенно отличается от традиционных способов остекления и представляет собой фасад без стоечно-ригельной системы.
- Структурное или сплошное остекление фасадов - наиболее передовая форма построения фасадов. Структурное остекление позволяет создавать ощущение легкости и цельности зданий. Это достигается за счет отсутствия профилей на наружной части фасада, видны лишь стекло и заполненные швы.
- Полуструктурное фасадное остекления подразумевает применение и прижимных крепежных элементов и суперпрочного силиконового герметика.
- Алюминиевые витражи позволяют остеклять строительные проемы любых размеров и различных геометрических форм, благодаря этому архитекторам и проектным мастерским удается воплощать на практике самые замысловатые формы для дневного освещения зданий. Витражное

остекление может придать любому строению прекрасный эстетический вид.

- Спайдерное остекление дает безграничные возможности для остекления любых зданий. Спайдерные системы позволяют создавать ровные, гладкие и полностью прозрачные поверхности. Неповторимый облик, стойкость конструкций, их надежность и простота эксплуатации – основные факторы, определяющие возрастающую популярность спайдерного остекления фасадов.

- Джамбо остекление - остекление фасада сплошным стеклом, размеры которого достигают шести метров. Используется для остекления витрин или больших зданий, коттеджей или бутиков. Преимущества: хорошие светопропускные возможности, обеспечение идеальной глянцевой поверхности. Чтобы повысить прочность стекла используют ламинирование. Вес одного джамбо стекла составляет полторы тонны, поэтому для установки используют специальную технику

Несмотря на наличие серьезных недостатков - повышенные теплопотери зимой и перегрев летом, по сравнению с глухими утепленными стенами, остекленные фасады применялись, применяются и будут применяться, поскольку обеспечивают повышенную композиционную выразительность, высокую освещенность помещений внутри зданий, возможность регулирования поступления тепла и света в помещения, за счет применения различных устройств ручного и автоматического регулирования, включая компьютерное.

Стеклянные фасады, заполонившие мир городов, все время совершенствуются, уровень их «интеллектуализации» повышается, применяются все время новые и новые технологические разработки, что способствует дальнейшему расширению сферы применения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1076-01 Гигиенические требования к инсоляции и солнцезащите помещений жилых и общественных зданий и территорий.
2. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\*.
3. А.А. Магай, П.П. Семикин Инновационные технологии в остеклении фасадов высотных зданий: Электронный журнал Энергосовет, вып.№4, 2012.

4. Касьянов В.Ф. Реконструкция жилой застройки городов: Учебное пособие – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2005.
5. [www.steklo-vsem](http://www.steklo-vsem)

## **ВИДЫ И СПОСОБЫ УСИЛЕНИЯ БУТОВЫХ ФУНДАМЕНТОВ**

Курилов А.П., студент  
*к.т.н., доцент Грязнов М.В.*

Ремонт и реконструкция бутового фундамента та имеет некоторые особенности. Чаще всего проблемы возникают с основаниями старой кладки. В них забутовка за лицевым рядом не всегда выполнена тщательно, имеются пустоты. Раньше при кладке часто использовались камни разной прочности, и некоторые из них со временем раскрошились, недостаточно прочные растворы выкрошились, вымылись или высыпались. Все эти недостатки со временем усугубляются. Проблемы проявляются при активизации строительства в округе или при изменении уровня грунтовых вод (вызванных, зачастую, все тем же строительством).

Метод усиления бутового фундамента зависит от того, какая проблема вызвала разрушения:

1). Если это грунтовые воды — проводятся дренажные работы, отводят воду от фундамента. После чего делают отмостку вокруг строения.

2). Если здание расположено на большом слое слабых грунтов, если ведется строительство или реконструкция здания в сложных условиях, то, чаще всего, свое применение находит технология буронабивных свай. Использование буронабивных свай не требует разработки грунта возле фундамента. При этом сквозь фундамент и грунт основания производится бурение диаметром, чаще всего, 100-200 мм и глубиной 9 – 16 метров. В отверстия вставляется каркас арматуры и далее отверстие наполняется пластичным цементно-песчаным раствором.

3). Усиление фундамента корневидными буро-инъекционными сваями. Укрепление корневидными сваями осуществляется по технологии устройства буронабивных свай, но при помощи специального комплекта сваек, который, подаваясь в едином патрубке, расширяется при углублении в пробуренное отверстие, создавая аналогию корневой системы.

4). Усиление железобетонной рубашкой. Первым делом, на дне траншеи устраивается дренажная подушка. Она будет состоять из крупнозернистого песка и слоя гравия. Затем в теле старого фундамента высверливаются сквозные отверстия. В них вставляются арматурные стержни (рифленые). Назначение этих закладных – обеспечение надежной связи монолитной ленты с железобетонной обоймой. В горизонтальном направлении надо проложить металлические прутья, связав их с закладными деталями при помощи проволоки. С шагом 400-600 мм устанавливаются вертикальные стержни пояса. Их высота должна быть таковой, чтобы концы выступали за пределы нулевой отметки.

Перед заливкой бетонной смеси необходимо между армирующим каркасом и стенками траншеи проложить слой гидроизоляции. После этого можно приступать к бетонным работам.

#### 5). Инъекционное усиление фундаментов

Метод, который можно использовать как при реставрации, так и при укреплении несущей способности основания. Технологически это один из самых сложных способов, в ту же очередь надежный.

Инъецированные можно усилить как структуру грунта, так и основания подошвы, и тело самого фундамента.

Уплотнение грунта происходит за счет инъецированы под высоким давлением уплотняющего строительного раствора. Раствор провоцирует разрывы в основании, которые и заполняет, прежде чем выполнять усиление фундамента, создается огражденная зона уплотнения, препятствующий неконтролируемому возникновению гидроразрывов и удерживающий инъецируемой раствор в области, где и требуется уплотнение грунта. Соответственно, регулируя подачу раствора, мы можем контролировать свойства уплотняемого основания.

Таким образом статье были представлены способы усиления фундаментов каждый из них по-своему хорош и имеет смысл при характерном разрушении и геологии местности на которой построено здание.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 22.13330.2012 основания и фундаменты.
2. <http://podnimem-dom.ru>.
3. <http://fundamentclub.ru>.
4. <http://www.infpol.ru>.



## СТРОИТЕЛЬСТВО СПОРТИВНОГО КОМПЛЕКСА В Г. АБАКАНЕ

Лазарев А.Е., студент  
*к.т.н., доцент Лисятников М.С.*

Спорт приобретает с каждым днём всё большую популярность. Именно поэтому массовое строительство спортивных сооружений на сегодняшний день является одной из наиболее значимых сфер деятельности различных строительных организаций.

За последние несколько лет в рамках реализации программы строительства спортивных сооружений в городе Абакан построен крупнейший спортивный комплекс «Абакан», включающий в себя: универсальный спортивный зал (48X36), административный корпус, плавательный бассейн, легкоатлетический манеж.

Универсальный зал вмещает 1000 чел., бассейн 300 чел., манеж 300 чел., где одновременно могут проводиться соревнования любого масштаба. Поэтому, архитектурное решение выполнено таким образом, чтобы зрители могли свободно перейти из одного спортивного сооружения в другое.

Здания сами по себе уникальны по габаритам. Например, легкоатлетический манеж — это первое сооружение в республике Хакасии, где применены тонкостенные рамные конструкции переменного сечения пролётом 60м. высотой 15м.

Такие конструкции нашли широкое распространение благодаря ряду преимуществ:

- Высокая технологичность изготовления по сравнению с другими конструктивными решениями;
- Высокая доля автоматической сварки;
- Высокая транспортабельность и коэффициент полезного использования объема;
- Технологичность монтажа;
- Пониженная высота конструкций покрытия.
- Использование ограниченного сортамента исходного листового материала позволяет заменить весь сортамент прокатных профилей;

-Единая технологическая база изготовления элементов рамных конструкций позволяет изготавливать рамные конструкции различных размеров и очертаний;

Возведение здания начинается с устройства ячейки жесткости, которая расположена в центре здания, поэтому здание возводится от ячейки жесткости к крайним осям.

В целях упрощения монтажных работ и обеспечения их безопасности часть конструкций укрупняется. Монтаж здания ведётся с помощью пневмоколёсного крана КС-4361 (К -161) грузоподъёмностью 16 т, с длиной стрелы 20 м [2].

Технологическая последовательность выполнения работ  
-укрупнительная сборка первой рамы каркаса;

-монтаж первой рамы каркаса;

-укрупнительная сборка второй рамы каркаса;

-монтаж второй рамы каркаса;

-монтаж связей по колоннам (в ячейках жесткости);

-монтаж элементов стенового ограждения (сэндвич панели);

-монтаж конструкций покрытия.

Сборку рамы производят в два этапа:

1- й этап - на подкладки из шпал укладывают колонны и балки покрытия и собирают две полу рамы, установив болты без окончательной затяжки;

2- й этап - полу рамы соединяют между собой в коньковом узле болтами, измеряют линейные размеры рамы и выполняют окончательную затяжку всех болтов рамы [1].

Подъем первой рамы каркаса из горизонтального положения выполняется методом поворота рамы вокруг подвижного шарнира (скольжением). Установка рамы на фундаменты производится на стальные подкладки, которые выполняются из обрезков листовой стали и укладываются на фундаменты по краям опорной плиты колонн.

Вертикальность установки рамы в продольной и поперечной плоскостях проверяют с помощью двух теодолитов.

После приведения рамы в проектное положение затягивают гайки анкерных болтов и подливают цементный раствор под опорные плиты колонн.

Фундамент для здания из лёгких металлоконструкций может быть упрощенного варианта, то есть мелкого заглубления. На практике

применяют свайные, монолитно-плитный или как в данном случае столбчатый.

В качестве ограждающих конструкций применяют сэндвич панели. Такое конструктивное решение полюбилось заказчикам и строителям по ряду причин: невероятно высокая скорость монтажа, сравнительно не большой вес, повышенная энергоэффективность, минимальная потребность в отделке, высокие звукоизоляционные свойства, долговечность, стойкость к перепадам температур, эстетический вид, дешевизна.

Строительство комплекса велось в 3 очереди общей стоимостью в 1,015 миллиард рублей.

2009-2010г. - I очередь строительства «Универсальный спортивный зал 48\*36 с административным корпусом». Сметная стоимость – 171,151 млн. рублей.

2010-2014г. - II очередь строительства «Плавательный бассейн с административным корпусом»

Сметная стоимость – 467,675 млн. рублей.

2013-2016г. - III очередь строительства «Легкоатлетический манеж»

Сметная стоимость – 376,504 млн. рублей.

Спортивный комплекс «Абакан» - крупнейшее спортивное сооружение Республики Хакасия. На сегодняшний день спорткомплекс является лидером спортивного воспитания и образования жителей города, а также центром подготовки спортсменов различного уровня по игровым видам спорта.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Примак Н. С. Расчет рамных конструкций. // Учебное пособие.- М.: 1966г.-504 с.
2. Л. В. Енджиевский, В. Д. Надеяев И. Я. Петухов. Каркасы зданий из легких металлических конструкций и их элементы // учебное пособие.- М.:1998г.- 249 с.

## КОМПОЗИТНАЯ АРМАТУРА – БУДУЩЕЕ СТРОИТЕЛЬСТВА

Лапшин В.Е., студент  
*ассистент Кардаш Е.В.*

Композитная арматура – это неметаллические стержни из стеклопластиковых или базальтопластиковых волокон с выполненными на поверхности спиральными ребрами [5].

Основными преимуществами данного материала являются: прочность на разрыв более чем в 2 раза превышающая показатель у стальной арматуры марки А-III при равном диаметре; в равнопрочном соотношении вес арматуры в 9 раз меньше, чем у стальной, что уменьшает транспортные и погрузочно-разгрузочные работы, а также облегчает выполнение работ на строительном объекте; абсолютная не подверженность, кроме того она практически не меняет свои механические свойства в агрессивной среде под воздействием кислот, щелочей и солей; использование при различных температурных режимах (от -70 до +100 градусов Цельсия) при этом абсолютно не меняя своих технико-эксплуатационных характеристик; теплопроводность в 100 раз ниже, чем у стальной арматуры, она практически не проводит тепло; равный коэффициент теплового расширения с бетоном; композитная арматура не проводит электрический ток и не накапливает статической энергии.

Композитная арматура увеличивает срок службы конструкций в 2-3 раза по сравнению со стальной арматурой, особенно при воздействии конструкций в условиях агрессивных сред. Прогнозируемая долговечность данного материала не менее 80 лет.

Область применения композитной арматуры гораздо шире, чем у стальной. Ее используют в промышленном и гражданском строительстве для возведения жилых, общественных и промышленных зданий, в малоэтажном и коттеджном строительстве для применения в бетонных конструкциях, для слоистой кладки стен с гибкими связями, для ремонта поверхностей железобетонных и кирпичных конструкций, а также при работах в зимнее время, когда в кладочный раствор вводятся ускорители твердения и противоморозные добавки, вызывающие коррозию стальной арматуры. В дорожном строительстве применяется для сооружения насыпей, устройства покрытий, для элементов дорог, которые подвергаются агрессивному воздействию противогололёдных реагентов,

для смешанных элементов дорог (типа «асфальтобетон — рельсы»). Также применяется для укрепления откосов дорог, в строительстве мостов (проезжая часть, ездвое полотно пролётных строений, опоры диванного типа), для берегоукрепления.

Однако, ввиду недостаточной нормативной литературы (рекомендаций, СП, СНиП) затрудняет её расчет и использование в железобетонных конструкциях. Однако, несмотря на это, ее применение в строительстве является полностью законным и регулируется СП 63.13330.2012. «Для железобетонных конструкций следует применять следующие виды арматуры, установленные соответствующими стандартами: ...неметаллическую композитную арматуру». «К неметаллической арматуре (в том числе фибре) предъявляют также требования по щелочестойкости и адгезии к бетону». [1] То есть СП говорит лишь о наличии стеклопластиковой арматуры и о возможности ее применения в железобетонных конструкциях.

В настоящее время появился ГОСТ 31938– 2012 Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций, введенный 01-01-2014 года, который описывает все свойства арматуры.

В итоге столь инновационный, современный и многообещающий материал сможет реально конкурировать с металлической арматурой после введения свода Правил Конструкции из бетона с композитной неметаллической арматурой и правил проектирования.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 63.13330.2012. Бетонные и железобетонные конструкции.
2. ТР 013-1-04. Технический рекомендации по применению неметаллической композитной арматуры в бетонных конструкциях.
3. «Конструкции с композитной неметаллической арматурой. Обзор и анализ зарубежных и отечественных нормативных документов» научно технический отчет, Кузенов Д.В., Москва 2012
4. «Перспективы применения композитной арматуры» Лешкевич О.Н., «Институт БелНИИС».
5. <http://www.ooo-ck.ru/85-o-kompanii-ck/statii/143-future-construction.html>.

## АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ СВЕРХТОНКОГО ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО ПОКРЫТИЯ (КТП) ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СТЕН ПРИ КАПРЕМОНТЕ ФАСАДОВ

Макарова А.Л., студент  
*ассистент. Кардаш Е.В*

В настоящее время энергоэффективность при строительстве жилых домов играет очень важную роль не только в странах Западной Европы, но и в России. Основные теплотери здания происходят через наружные ограждающие конструкции и составляют около 40-50% от общего количества тепловой энергии на отопление. Расход на обогрев помещений в европейских странах составляет примерно 40-50 кВт ч/м<sup>3</sup> в год, в нашей стране для отопления требуется порядка 80-100 кВт ч/м<sup>3</sup> в год. Разница в 40-50 кВт ч/м<sup>3</sup> в год между Европой и Россией может быть вызвана рядом факторов, к которым относятся:

- большое количество старого жилого фонда в России;
- физический и моральный износ конструкций;
- низкие теплозащитные характеристики ограждающих конструкций;
- несовершенство инженерного оборудования.

Тепловая защита зданий зависит от выбора теплоизоляционного материала ограждающих конструкций. Рассмотрим повышение энергоэффективности стен при капитальном ремонте фасадов зданий. При проведении ремонтных работ должен быть выбран способ утепления: наружный или внутренний. Внутренний способ утепления выбирают в том случае, если нужно сохранить внешний облик здания, например, если объект несет историческую ценность. В остальных случаях предусматривают наружный способ утепления ограждающих конструкций, так как именно этот способ обеспечивает полноценную защиту стен от атмосферных и температурных воздействий окружающей среды, сохраняет площади внутренних помещений здания, защищает стены от промерзания.

Существуют различные варианты внешнего утепления стен фасадов:

- сайдинг (утеплитель между брусками обрешетки);
- навесной вентфасад (между утеплителем и обрешеткой присутствует воздушная прослойка);
- фасады с толстым слоем штукатурки;

- легкие штукатурные фасады;
- сверхтонкое теплоизоляционное покрытие.

Обратим внимание на прогрессивный керамический теплоизоляционный материал. Основными компонентами смеси являются: керамические или стеклянные пустотелые микросферы (они же — наполнители, общая доля в теплокраске — не менее 90 %) и связующие полимеры (акрил или латекс). Дополнительными — целевые добавки для придания определенных свойств, например — антикоррозийных. Диаметр микрогранул варьируется от 0,02 до 0,1 мм, форма — сферическая или капельная. В жидкой керамической теплоизоляции только 20 % компонентов участвует в процессе теплообмена, потери на конвекцию минимальные, при этом грани шариков рассеивают и отражают тепловое излучение [3].

Преимущества использования:

- высокая адгезия с металлом, бетоном, кирпичом, пластиком и пропиленом;
- возможность нанесения жидкого утеплителя на строительные конструкции любой формы;
- отсутствие нагрузки на фундамент;
- негорючесть;
- водонепроницаемость, стойкость к агрессивной химической среде;
- защита поверхности от конденсата и коррозии;
- защита от атмосферных и биологических воздействий;
- паропроницаемость;
- стойкость к ультрафиолету;
- простота нанесения;
- материал нетоксичный.

Эксплуатационные характеристики [3]:

- теплопроводность слоя в 0,5 мм при 20 °С составляет 0,001 Вт/м·К. Наносить материал рекомендуется в 2 слоя;
- температура эксплуатации: от -60 до 260 °С, при ее превышении жидкая теплоизоляция обугливается (но не горит);
- полное время полимеризации одного слоя — 24 ч;
- норма расхода зависит от толщины стен, от 1 до 2,5 л.

Встречаются следующие модификации для наружного утепления стен:

- фасадное теплоизоляционное покрытие для внешнего нанесения. Данный состав отличается стойкостью, значительной адгезией и высоким процентом отражения ультрафиолетовых лучей;

- состав, предотвращающий появление конденсата и грибка на стенах и трубах. Рекомендуемые марки: Барьер, Корунд, Актерм;

- внесезонная теплоизоляция для работы при минусовых температурах. Лучшими марками в этом направлении считают Корунд Зима и Астратек Универсал всесезонный.

Жидкий керамический теплоизоляционный материал при реконструкции части фасада с недостаточной или поврежденной теплоизоляцией упростит, ускорит проводимые теплоизоляционные работы и повысит энергоэффективность здания в целом.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Виды утеплителей, их свойства и характеристики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://srbu.ru/stroitelnye-materialy/76-vidy-uteplitelej.html>.
2. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003.
3. Теплый дом. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://termoframe.ru/chto-takoe-zhidkaya-sverxtonkaya-teploizolyaciya-obzor-uteplitelej.html>.

### ИЗГОТОВЛЕНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ДЕРЕВА И ПЛАСТМАСС

Малафеева П.И., студент  
*ассистент Кардаш Е.В.*

Древесина является самым древним и в то же время самым современным и перспективным строительным материалом, единственным материалом, который постоянно воссоздается в природе. Конструкции из дерева и пластмасс успешно применяются при проектировании складских зданий с внутренней агрессивной средой, где невозможно применение стальных и железобетонных конструкций; при необходимости создания диэлектричности или «радиопрозрачности» сооружения; Сравнительная



легкость древесины с учетом ее достаточно большой прочности и жесткости, в сочетании с высокими эстетическими качествами, позволяет получать красивые и легкие конструкции для перекрытия значительных пролетов.

Особенно актуальны для большепролетных конструкций клеено-армированные деревянные конструкции. Такие конструкции производят путем склеивания остроженных досок толщиной не более 33 мм, при чем, в целях снижения стоимости балок допускается сочетать в одном пакете древесину двух сортов, используя в крайних зонах на 0,15 высоты поперечного сечения доски III сорта. Для армирования балок применяется, как правило, стальная стержневая арматура, клеиваемая на эпоксидный клей, обеспечивающий надежное соединение древесины с металлом [1].

Для обеспечения длительного срока службы конструкций из древесины следует уделять особое внимание условиям их эксплуатации, а в частности температурно-влажностному режиму помещений в которых они расположены. Деревянные конструкции, находящиеся в эксплуатации открытых и неотапливаемых помещений, обычно подвергаются воздействию как долгосрочных, так и краткосрочных изменений относительной влажности, что приводит к колебанию равновесной влажности древесины. Но при этом изменения обычно происходят постепенно, и краткосрочные колебания среды влияют лишь на поверхностные слои. Поэтому с целью уменьшения влияния окружающей среды на древесину наносят защитные покрытия: лаки, краски. При проектировании клееных деревянных конструкций в отапливаемых помещениях необходимо задаваться предельными параметрами относительной влажности и температуры помещений. В соответствии с этими параметрами необходимо высушивать исходное сырье до уровня не более равновесной влажности древесины, которую будет иметь конструкции при эксплуатации помещений. При несоблюдении этих требований возможно расслоение по клеящим слоям в процессе эксплуатации [2].

Пластмассами называют материалы, которые в качестве основного компонента содержат синтетический полимер. В строительстве пластмассы применяются в качестве ограждающих конструкций, тепло- и звукоизоляционных материалов, для изготовления пневматических конструкций. Пластмассы могут состоять из одного полимера или содержать, кроме полимера, некоторые вспомогательные вещества:

- *Наполнители* придают пластмассам необходимые свойства, например, прочность, твердость и т.д.
- *Пластификаторы* повышают гибкость и эластичность пластмасс, снижают их хрупкость, повышают морозостойкость.
- *Стабилизаторы* способствуют сохранению первоначальных физико-механических свойств пластмасс, то есть снижают скорость деструкции под воздействием различных факторов (температура, солнечная радиация и т.п.).

Полимеры в чистом виде в технике практически не используют. Они содержат не менее 1-2 % технологических добавок. Полимерными композиционными материалами, как правило, называют такие материалы, в полимерной матрице которых закономерно распределены усиливающие армирующие компоненты (усиливающий наполнитель). Конструкционные пластмассы, применяемые в строительстве, представляют собой, главным образом, полимерные композиционные материалы. Композитами являются, например, стеклопластики, углепластики, ферропластики и т.д. В строительстве тентовых и пневматических конструкций используют прорезиненные ткани, или пленки, армированные тканевыми сетками, изготовленными на основе синтетического волокна

При эксплуатации конструкций из пластмассы также, как и для деревянных конструкций, следует учитывать температурно-влажностные условия среды. Чистые полимеры после пребывания в воде, как правило, не меняют своих прочностных и упругих свойств, исключение составляют мочевиноформальдегидные полимеры. Однако содержащий наполнитель пластмассы после пребывания в воде меняют свои физико-механические свойства. Наиболее сильно повышенная влажность сказывается на прочности и деформативности полиэфирных стеклопластиков, а меньше всего - на стеклопластиках с фенолформальдегидным связующим. Уменьшение водопоглощения стеклопластиков достигается обработкой стекловолокон гидрофобными составами. Повышение температуры ухудшает прочностные и упругие свойства пластмасс. Следует отметить, что пластмассы обладают низкой теплопроводностью и удовлетворительно работают при температурах до +60°C. При отрицательных температурах пластмассы становятся хрупкими [3].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. В.Г. Миронов, Е.А. Кравцов. Индустриальные клееные деревянные конструкции // учебное пособие. – Горький: ГИСИ им. В.П. Чкалова, 1984 - 84 с.
2. Д.К. Арленинов, Ю.Н. Буслаев, В.П. Игнатьев. Конструкции из дерева и пластмасс // учебное пособие для технических вузов. – М.: Издательство АСВ, 2002 – 280 с.
3. М.М. Гаппоев, И.М. Гуськов, Л.К. Ермоленко, В.И. Линьков. Конструкции из дерева и пластмасс. // учебное пособие – М.: Издательство АСВ, 2004 – 438 с.

## ОСВЕЩЕНИЕ СТАНЦИЙ МЕТРО

Морозов Д.Е., студент  
*к.т.н., доцент Яшкова Т.Н.*

Метрополитен – одна из самых интересных и наиболее консервативных в отношении освещения областей. Достаточно сказать, что нормы освещенности для метрополитена не менялись с 50-х годов вплоть до 2003 года. Хотя оформлению станций метро в бывшем Советском Союзе придавалось очень большое значение (в этом смысле наш метрополитен существенно отличается от более функциональных станций подземки во многих зарубежных странах).

Основные принципы освещения метрополитена:

- На станциях метрополитена используется преимущественно равномерное общее, а также локализованное рабочее освещение, скрытая подсветка и направленный свет, подчеркивающий архитектурные особенности и элементы дизайна в оформлении.

- Общий свет помогает преодолеть естественное для человека сопротивление и чувство страха абсолютной темноты. С помощью правильного освещения можно нейтрализовать отрицательное воздействие замкнутого пространства, «снять» давление того многометрового слоя земли, который отделяет нас от солнечного света и воспринимается где-то на подсознательном уровне.

- Допустимое отклонение уровня горизонтальной освещенности от нормативной должно составлять не более 20%.

К сожалению, российские нормы проектирования освещения метрополитена не учитывают такой важный показатель, как неравномерность освещенности. Освещение помещений для размещения аппарата управления, административно-технического персонала служб и других подразделений метрополитена проектируется в соответствии с требованиями к офисному освещению. При отсутствии естественного света в помещениях с постоянным пребыванием работников нормы освещенности следует повышать на одну ступень (СП 52.13330.2011 актуализированная редакция СНиП 23-05-95\* Естественное и искусственное освещение, п. 7.5).

Цели и задачи освещения метрополитена включают:

1. Обеспечение безопасного и комфортного пребывания пассажиров и работников метрополитена.
2. Соблюдение архитектурно-художественного замысла и общей концепции оформления станций.
3. Создание высокоэффективной и надежной системы освещения, удобной и простой в эксплуатации, с учетом всех современных требований к используемому оборудованию.
4. Обеспечение аварийным и эвакуационным освещением.

При проектировании освещения станций метро большое внимание уделяется выбору светотехнического оборудования. Как правило, в метрополитенах применяются светильники промышленного производства с пониженным уровнем шума, работающие на напряжение 220 и 380 В переменного тока. Для общего света зачастую применяются массивные люстры и декоративные торшеры, которые нередко изготавливаются в индивидуальном порядке и становятся стилеобразующими элементами в архитектурном ансамбле станций, создавая необходимую атмосферу и колорит. Светильники индивидуального изготовления должны отвечать требованиям норм пожарной безопасности.

Постоянное совершенствование источников света, появление новых материалов и оптики позволяет находить более эффективные решения для освещения эскалаторного полотна. Некоторые современные станции уже используют встраиваемые светодиодные светильники

На вновь проектируемых и реконструируемых станциях метро используются точечные светодиодные светильники для подсветки края

платформы и оповещения о подходе поезда: линия из горящих точек обозначает безопасное расстояние для пассажиров на платформе в отсутствие поезда, а при его приближении начинает постепенно гаснуть. После полной остановки поезда линия исчезает и вновь загорается после отхода состава от платформы.

Оборудование для метрополитена должно иметь повышенный ресурс надежности, так как любая перегоревшая лампа связана с необходимостью получения специального разрешения на замену и работу технических служб в ночное время. Кроме того, оно должно быть энергоэффективным и экономичным, ведь работа подземки связана с потреблением огромного количества электроэнергии. Светильники для подуличных переходов должны быть защищенными и вандалоустойчивыми.

Помимо общего освещения станции метрополитена в обязательном порядке оборудуются аварийным и эвакуационным освещением. Аварийное освещение должно обеспечивать функции освещения безопасности при эвакуации. Эвакуационное освещение должно обеспечивать указание направления и пути эвакуации.

К аварийному освещению станций метрополитена предъявляются особо высокие требования. В соответствии с нормативными требованиями, аварийное освещение предусматривается в пассажирских, производственных и санитарно-бытовых помещениях станций, в перегонных тоннелях и в притоннельных сооружениях. В качестве третьего (независимого) источника питания используют источники бесперебойного питания. Время работы светильников в аварийном режиме от этих источников должно быть не менее 1 часа.

Освещенность при работе аварийного освещения в помещениях для пассажиров (вестибюли, кассовые залы, платформенные залы) и тоннелях должна быть не менее 5 % от уровня рабочего освещения, нормируемого для данного помещения. При этом в пассажирских помещениях освещенность должна быть не менее 10 лк, в тоннелях – не менее 0,5 лк.

Правильное использование новых материалов источников света, конструкций и принципов освещения возможно лишь при условии самого тесного сотрудничества архитектора, художника и светотехника.

Строительство Московского метрополитена впервые широко поставило вопрос об архитектурном освещении, обогатило светотехническую практику, стимулировало развитие ряда производств в области стекольной и металлообрабатывающей промышленности.

Освещение не только создает хорошую видимость, обеспечивающую удобство и безопасность передвижения пассажиров; оно способствует эффекту архитектурно-художественного замысла, подчёркивает высоту и лёгкость подземных сооружений. Удачно решается задача создания возможно более равномерного перехода от дневного света улицы к искусственному освещению подземных сооружений метро, с учётом физиологических свойств человеческого зрения (адаптация зрения).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 120.13330.2012 Метрополитены. Актуализированная редакция СНиП 32-02-2003 (с Изменением N 1).
2. А.С. Бакулин «Сооружения, устройства и подвижной состав метрополитена», 1979.

### **ПРОЕКТ ТОРГОВОГО КОМПЛЕКСА ПО УЛ. КОМСОМОЛЬСКАЯ В Г. КОВРОВЕ**

Морозов Д.Е., студент  
*к.т.н., доцент Попова М.В.*

В настоящее время строительство торговых центров является весьма актуальным и востребованным. Такая тенденция вызвана потребительским спросом и существующими тенденциями на рынке. Современные торговые центры представляют собой специально спланированное здание, которые объединяют различные торговые точки, предприятия общественного питания, услуг или развлечений.

Новое тысячелетие – переломное время в истории строительства России. Строительные организации, работая слаженно и ритмично, впервые в условиях рыночной экономики значительно увеличили темпы возведения зданий и сооружений. Такие результаты стали возможными благодаря внедрению системы организации инвестиционно-строительной деятельности, изменению подходов к финансированию городского заказа и структуре его формирования, своевременной разработке исходно-разрешительной и проектно-сметной документации, развитию производственных мощностей организаций и предприятий.

Проекты, предназначенные к внедрению в строительство, должны полностью удовлетворять современным, функциональным и эстетическим требованиям и обеспечивать экономичность строительства, благодаря широкому применению прогрессивных объемно-планировочных и конструктивных решений, а также максимальному использованию индустриальных методов возведения зданий.

Генеральный план торгового комплекса принят в соответствии с существующей застройкой микрорайона. Размещение торгового центра принято с учетом сложившегося формата торговли и использования выгодного местоположения объекта в центре установившегося радиуса обслуживания, доступности, населения проживающего в окружающих микрорайонах.

Здание торгового центра 2-х этажное с отапливаемым неэксплуатируемым чердаком. Габариты здания (в плане) составляют – 18,0х39,0м. По конструктивной схеме здание каркасное со стальными колоннами и балками перекрытия. Стальные конструкции обшиты гипсокартонными листами общей толщиной 25 мм. В качестве наружного ограждения использованы сэндвич-панели толщиной 120мм с минераловатным утеплителем на базальтовой основе.

Перекрытия балочные. Балки на отметке +3,830 и +7,330 выполнены из двутавра 35Ш1 и швеллера 24У. Балки на отм. +10,220 выполнены из двутавра 30Б1. По балкам уложены сборные железобетонные пустотные плиты. На отметках +3,830 и +7,330 перекрытие выполнено монолитным из бетона кл. В15, армированного Ø8А400 и Ø6А240, толщиной 120мм.

Фундаменты под колонны монолитные столбчатые. Отдельно стоящие столбчатые ступенчатые фундаменты в осях "1-8" по оси "А" запроектированы размерами 1500х1500х1250(н) мм, в осях "8-1" по оси "Г" - 1400х1500х1250(н), по осям "Б" и "В" - 2000х2000х1250(н). Армирование монолитных фундаментов предусмотрено сетками из арматуры Ø12А400 и Ø10А400. Столбчатые фундаменты объединены лентой, выполненной из бетона кл. В15 - 200мм, утепленной экструзионным пенополистиролом плотностью 25 кг/м<sup>3</sup> и служащей фундаментной балкой.

Кровля – скатная из сэндвич - панелей фирмы «Тримо» толщиной 150мм с минераловатным утеплителем на базальтовой основе. Ограждение кровли высотой 0,6м крепится к крайнему прогону сквозь отверстия, предусмотренные в кровельных панелях. Прогоны - швеллер 20У.

Перегородки – из гипсокартона по металлическому каркасу.  
Лестницы - монолитная железобетонная в осях "5-6" и "А-Б",  
противопожарная лестница в осях "1-3" по оси "Г" - металлическая.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ВСН 62-91\* «Проектирование среды жизнедеятельности с учетом потребностей инвалидов и маломобильных групп населения», Госкомархитектура, 1992.
2. СП 31.13330-2012 актуализированная редакция Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений. М.: Стройиздат, 1985.-551с.
3. СП 63.13330-2012 актуализированная редакция СНиП 2.03.01-84. Нормы проектирования. Бетонные и железобетонные конструкции.
4. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий.
5. СП 16.13330-2011 актуализированная редакция СНиП 11-23-81\*. Нормы проектирования. Стальные конструкции.
6. СП 22.13330-2011 актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83. Основания зданий и сооружений.

#### **ПРОЕКТ ТОРГОВОГО ЦЕНТРА В Г. ВЛАДИМИРЕ, МКР. ЮРЬЕВЕЦ**

Муркин В.В., студент  
*к.т.н., доцент Лукин М.В.*

В условиях глобализации бизнеса розничная торговля в крупных городах развивается в основном в результате открытия магазинов сетевых компаний, торговых центров. В текущее десятилетие особое внимание уделяется строительству торговых и торгово-развлекательных центров. Инвесторами выступают частные компании и индивидуальные предприниматели. В торговых центрах происходит концентрация торговых объектов различной специализации и предприятий общественного питания. Торговый центр (ТЦ) – группа архитектурно объединенных торговых предприятий, выстроенных на специально спланированном, развитом и находящемся в собственности участке, которые управляются



как единое целое. При этом размеры и тип магазинов точно соответствуют обслуживаемой торговой зоне и обеспечены парковочными местами [1].

Вопрос о строительстве торгового центра в мкр. Юрьеvec актуален на сегодняшний день, так как в микрорайоне нет подобного типа здания, в котором жители и гости города могли бы совершать покупки и проводить при этом время с пользой и удовольствием. Остальные торговые центры города находятся довольно далеко. Также торговый центр будет удобен тем, кто приезжает в г. Владимир, он будет находиться недалеко от трассы М7.

Само сооружение будет многофункциональным — здесь можно проводить выставки, конкурсы, выступления. Посетители смогут перекусить в кафе, а затем снова продолжить совершать покупки.

Объекты развлечения становятся неотъемлемой частью многих современных торговых центров. Каждый проект требует тщательных исследований среды, окружения и зоны охвата. Картина постоянно меняется, так как розничная торговля остро реагирует на изменение конкретных условий, возрастает уровень технических знаний, меняются экономические и физические условия.

Торговый центр как особая форма организации торговли, заключающаяся в объединении различных предприятий в одном здании, существует в России с XIX века. В это время в России, как и в Европе, были распространены галереи и пассажи («Пассаж» в Санкт-Петербурге и «ГУМ» в Москве построены в 1848 и 1893 гг.).

Место строительства – г. Владимир, мкр. Юрьеvec, Владимирская обл. Климатический район II В. Расчетная температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки – 28°C. Расчетный снеговой покров – 180 кг/м<sup>2</sup>. Ветровой напор – 23кг/м<sup>2</sup>. Уровень ответственности здания – II. Степень огнестойкости здания – III. Класс конструкций по пожарной опасности – С0. Главный фасад представлен на рис. 1.

Проектируемое здание располагается напротив трассы М7, что дает бесппроблемный доступ приезжающим. Рельеф участка ровный.

Основой архитектурно-планировочного решения Торгового центра является каркасная схема с постоянным шагом колонн.

Здание торгового центра имеет размеры в осях 42x23,55 м., трёхэтажное с технической надстройкой, используемой для установки лифтового оборудования и вентиляционных камер. Для персонала и посетителей вход организован через центральный и боковые входы с

освещенными лестницами. Для разгрузки оборудования и товаров предусмотрен дебаркадер с северной стороны здания. Помещения персонала и техпомещения разделены [2].

Для доступности здания маломобильным группам населения центральный вход в здание оборудован наружным пандусом по СНиП 35-01-2001 «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения».



Рис. 1. Главный фасад проектируемого торгового центра

Основными несущими конструкциями является система монолитного рамного каркаса, в котором пространственная жесткость и устойчивость обеспечивается жестким соединением монолитных перекрытий с колоннами и стенами в уровне каждого этажа [3].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. К. Канаян, Р. Канаян, А. Канаян Проектирование магазинов и торговых центров// Юнион-Стандарт Консалтинг, 2005. 424 с.
2. Шерешевский И.А. Конструирование гражданских зданий// М.: Архитектура-С, 2005.167с.
3. Байков В. Н., Сигалов Э. Е. “Железобетонные конструкции (Общий курс)”. Учеб. для вузов. — 5-е изд., перераб. и доп. М.: Стройиздат, 1991. — 767 с.: ил.

## 16-ЭТАЖНЫЙ ДВУХСЕКЦИОННЫЙ ЖИЛОЙ ДОМ В Г. ВЯЗНИКИ ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Нармания Н.Э., студент  
*д.т.н., профессор Рощина С.И.*

В данной статье рассматривается жилой 16 – ти этажный двухсекционный жилой дом. Преимущества такого дома перед кирпичным состоит в том, что он при соблюдении технологии возведения, по своей прочности не уступает монолитному и тем более кирпичному, а также сроки возведения такого жилого дома меньше, чем дома с кирпичными конструкциями. На строительстве данного жилого дома задействуется меньше трудовых ресурсов и капитальных вложений, чем при строительстве жилого кирпичного дома [4,5].

Основная конструктивная система – стеновая с поперечными внутренними несущими стенами. Шаг стен принят: 3,0 м и 3,6 м. Плиты перекрытия укладываются на комнату, что позволяет избежать неаккуратных швов на потолке. Наружные стеновые ограждающие конструкции представлены навесными трехслойными панелями с эффективным утеплением.

16-ти этажный 2-х секционный жилой дом запроектирован в сборных конструкциях на 128 квартиры. В том числе:

- 2-х комнатных - 64 или 50 %
- 3-х комнатных - 64 или 50 %

Каждая секция имеет незадымляемую лестничную клетку с вентиляционными шахтами и два лифта грузоподъемностью 630 и 400 кг - один грузопассажирский, другой пассажирский, выходящие в лифтовой холл, отделенный от коридоров перегородками с дверями.

В обеих секциях запроектирован мусоропровод, размещаемый у лифтов с приемными клапанами на каждом этаже и мусорокамерой в подвальном помещении, имеющей выход во двор.

Квартиры запроектированы в соответствии с требованиями СП и ГОСТ.

Выход на балкон или лоджию предусмотрен в каждой квартире. В квартирах предусмотрено расположение отдельных санузлов. Запроектированы кухни и ванные комнаты с увеличенными размерами.

Несущие стены расположены с таким образом, чтобы они отделяли

квартиры от коридоров и друг от друга, повышая комфортность в части звукоизоляции.

На техническом этаже располагаются лифтовые помещения. Лифтовые помещения не имеют смежных стен с жилыми помещениями.

Дом выполняется из сборного железобетона и имеет бескаркасную схему с поперечными и продольными несущими стенами.

Ограждающие конструкции – навесные стеновые панели из керамзитобетона.

Принятая конструктивная схема здания обеспечивает прочность, жесткость и устойчивость на стадии возведения и в период эксплуатации при действии всех расчетных нагрузок и воздействий [1,2].

Две поперечные внутренние стены спроектированы отдельными панелями, внутренние продольные стены располагаются так, чтобы объединять по возможности поперечные стены. Вертикальные нагрузки от перекрытий воспринимаются и передаются на фундамент основания поперечными и продольными стенами одновременно.

Под зданием запроектирован сборный железобетонный фундамент. Основанием для фундамента на отметке 155.20 ( - 3.30 м). Основанием, по данным «Геотреста», слагают тугопластичные суглинки с прослоями песка и пески пылеватые, средней плотности, влажные, а также пески крупнообломочные. Уровень подземных грунтовых вод находится на глубине -7,9 м. Расчетное сопротивление грунта основания принято 2.50 кН/м .кв. по самому слабому грунту - пески пылеватые [3].

Стены подвала, расположенные со стороны грунта должны быть защищены сплошной обмазочной гидроизоляцией, под полом подвала устраивают рулонную гидроизоляцию. В первую очередь устраивают внешний водосток для отвода атмосферных вод с территории строительной площадки. После возведения подземной части устроить водонепроницаемую отмостку шириной не менее 1,0 м.

Под всей фундаментными плитами устраиваем бетонную подготовку толщиной 100 мм из бетона класса В7,5.

Этажи перекрываются плитами на комнату опертыми по трем сторонам.

Перекрытие состоит из однослойных сплошных плит толщиной 140 мм, заводского изготовления. Плиты лоджий имеют не прямоугольное очертание, также заводского изготовления из более морозостойкого бетона.

Несущие стены соединяются между собой надпроемными перемычками и диском плит перекрытия.

Новейшие технологии позволят повысить архитектурную выразительность фасадов и разнообразить фасад улиц города. Современные строительные материалы позволят возводить здания повышенной комфортности. Новый район позволит не только решить жилищную проблему многих горожан, но и создаст дополнительные школьные, дошкольные и рабочие места.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия».
2. СП 63.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции».
3. СП 22.13330.2011 «Основание зданий и сооружений».
4. Дроздов П.Ф., Додонов М.И., Паньшин П.П., Саруханян Р.П. Проектирование и расчет многоэтажных гражданских зданий и их элементов. – М.: Стройиздат, 1986. – 351 – с. ил.
5. А.В. Захаров, Т.Г. Маклакова. Архитектура гражданских и промышленных зданий. – М.: Стройиздат, 1993. – 509 – с. ил

#### **ПОРЯДОК ПЕРЕДАЧИ ГЕНЕРАЛЬНОМУ ПОДРЯДЧИКУ ПРОЕКТНОЙ И РАБОЧЕЙ ДОКУМЕНТАЦИИ**

Нестеров В.В., студент  
*к.т.н., доцент Лукина А.В.*

Строительство любого здания начинается с подготовки технической и проектно-сметной документации. Заказчик-застройщик обязан не позднее 15 июля передать генеральной подрядной строительной организации комплектно утвержденную проектно-сметную документацию в следующем составе: в году, предшествующем началу строительства:

- Проект со сводным сметным расчетом стоимости строительства, а также комплекты данных и материалов, предусмотренных инструкциями и указаниями по разработке проектов и смет, — 2 экз.
- Рабочие чертежи с отметкой заказчика-застройщика о разрешении по ним производства работ — в 3 экз.;

- Каталоги индивидуальных единичных расценок — в 3 экз.;
- В каждом последующем году после начала строительства: рабочие чертежи с отметкой заказчика «к производству работ» и составленные по ним сметы комплектно на отдельные здания, сооружения и виды работ, подлежащие выполнению в планируемом году, — в 3 экз. [2].

Заказчик-застройщик обязан до 15 июля также бесплатно передать генеральной подрядной строительной-монтажной организации для каждой субподрядной организации независимо от их ведомственной принадлежности еще по два экземпляра рабочих чертежей на выполняемые ими работы и по одному экземпляру смет. В случае принятия министерствами (ведомствами)-заказчиками и подрядчиками, исполкомами Советов народных депутатов решения об осуществлении данного строительства двумя и более строительными организациями-генеральными подрядчиками заказчик-застройщик обязан передать каждому генеральному подрядчику в части и объемах выполняемых ими строительными-монтажными и другими работ материалы проекта (рабочего проекта) и сметной документации в указанном количестве экземпляров в срок до 15 июля по вышеперечисленной номенклатуре [3].

Дополнительные экземпляры рабочих чертежей и смет сверх указанного количества заказчик-застройщик передает генеральной подрядной организации с оплатой за их изготовление. Оплата производится организацией, затребовавшей дополнительные экземпляры.

До передачи документации заказчик-застройщик обязан проверить комплектность и качество рабочих чертежей, поступающих от проектных организаций (а также иностранных фирм), и передать их подрядной строительной организации с отметкой на каждом экземпляре о принятии их к производству работ. Эта отметка должна производиться руководством заказчика-застройщика на уровне не ниже главного инженера, назначенного приказом заказчика.

После заключения генерального договора-подряда на капитальное строительство заказчик-застройщик обязан передать генеральной подрядной строительной организации в согласованные с нею сроки документы о разрешении соответствующих органов надзора и организаций на:

- Производство работ в зоне действия воздушных линий электропередачи и линий связи, проезжей части городских дорог,

эксплуатируемых участков железных и автомобильных дорог, полосе отвода железных и автомобильных дорог;

- Вскрытие дорожных покрытий;
- Производство работ в местах прохождения подземных коммуникаций, расположенных на строительной площадке;
- Производство строительно-монтажных работ по объектам жилищно-гражданского назначения;
- Вырубку леса и пересадку деревьев; снос строений и сооружений, препятствующих строительству; специальное водопользование и землепользование.

Заказчик-застройщик не менее чем за 10 дней до начала строительно-монтажных работ обязан передать подрядной строительно-монтажной организации по акту техническую документацию на созданную им геодезическую разбивочную основу для строительства.

Не позднее чем за два месяца до начала подрядной строительной организацией монтажа технологического, энергетического и другого оборудования заказчик-застройщик обязан передать ей полученные от машиностроительных предприятий спецификации, чертежи на монтаж оборудования, комплектовочные (отправочные) ведомости, сборочные чертежи, схемы членения крупногабаритного оборудования на поставочные блоки, маркировочные схемы оборудования, его блоков, узлов и деталей, схемы строповки, технические условия и заводские условия на монтаж оборудования.

Не позже чем за месяц до начала монтажа оборудования заказчик-застройщик обязан передать подрядной организации технические паспорта оборудования. Вместе с оборудованием заказчик-застройщик передает акты отдела технического контроля предприятия-изготовителя на контрольную сборку и заводские испытания оборудования.

Вышеперечисленная техническая документация по оборудованию должна быть возвращена подрядной строительно-монтажной организацией заказчику-застройщику при подписании рабочей комиссией акта о приемке оборудования для комплексного опробования.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Градостроительный кодекс РФ от 01.01.2001 N 190-ФЗ.
2. Постановление Правительства РФ от 05.03.2007 N 145.
3. Письмо Минрегион России от 22.06.2009 N 19088-СК/08.

## ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ СТРУКТУРНЫХ СИСТЕМ

Пономарева Л.П., студент  
*к.т.н., доцент Попова М.В.*

Регулирование усилий в элементах конструкции производится с целью их уравнивания, что позволяет существенно уменьшить количество типов стержней и улучшить показатели массы конструкции. Регулирование достигается созданием взаимно уравновешенных внутри конструкции усилий, которые в наиболее нагруженных стержнях обратны по знаку усилиям от эксплуатационной нагрузки, а в менее нагруженных – могут совпадать по знаку с усилиями от эксплуатационной нагрузки. К основным способам регулирования усилий в структурных плитах относятся: напряжение их затяжками; осадка опор; установка стержней с отклонением от заданной геометрии. Отыскание оптимального решения, обеспечивающего максимальный эффект от регулирования усилий, рекомендуется осуществлять либо вариантным проектированием, либо с использованием методов линейного программирования.

Для регулирования усилий в структурных плитах с помощью затяжек рекомендуется использовать канаты из высокопрочной проволоки или круглые стержни из стали повышенной и высокой прочности.

Для квадратных структурных плит затяжки рекомендуется располагать крестообразно; для прямоугольных плит, опертых по углам, рекомендуется расположение нескольких параллельных друг другу затяжек вдоль большого пролета плиты, при этом напрягающие затяжки и стержни могут быть параллельны или совпадать.

С помощью каждой из затяжек одновременно напрягаются несколько стержней, расположенных друг за другом. При подобном способе напряжения регулирование усилий достигается в основном в растянутых поясах. Когда затяжки частично или полностью проходят вне структуры, то при их натяжении происходит выравнивание усилий во всех или в большинстве стержней структурной плиты. В прямоугольных или квадратных в плане структурных плитах с ортогональным расположением поясов, шарнирноопертых на несколько колонн по каждой стороне контура, возникает большая разница усилий в поясах, что приводит к увеличенному расходу стали. Получить малоизменяющиеся усилия в поясах принудительным выравниванием кривизн вдоль изогнутых осей,



что достигается осадкой опор. Рекомендуется путем изменения отметок опирания уменьшить изгибающий момент в геометрическом центре за счет некоторого увеличения изгибающего момента вблизи место опирания. Экономия металла, получаемая за счет осадок опор, зависит от характера опирания, пролета, высоты структурной плиты, топологии стержневой схемы ит.п. Чаще всего экономия составляет 10-15%. Большой экономический эффект соответствует конструкции с большими пролетами и нагрузками.

Следует иметь ввиду, что выравнивание усилий, осуществляемое за счет разностей отметок опирания, можно эффективно применять лишь в структурах с неподатливыми соединениями. Регулирование усилий может осуществляться также путем намеренного изготовления отдельных стержней с отклонением от геометрических размеров. В качестве таких стержней следует выбирать те, исключение которых из конструкции не превращает ее в механизм. При принудительном сопряжении этих стержней в узлах структуры, которое достигается приложением определенных усилий или нагревом, в ряде стержней конструкции возникают усилия, обратные по знаку усилиям от эксплуатационной нагрузки.

Приведем пример выбора стержней в структурной плите системы «ЦНИИСК», изготовление которых с отклонением от заданной геометрии обеспечивает предварительное напряжение конструкции. Ввиду наличия в этой плите двух осей симметрии рассматривается ее  $\frac{1}{4}$  часть. Неизвестными являются полные усилия, которые складываются из усилий преднапряжения (начальных усилий) и усилий от внешней нагрузки. В данном случае необходимо найти такое распределение внутренних усилий, которое позволит получить максимально полезную нагрузку. Поиск оптимальных усилий преднапряжения можно производить симплекс-методом линейного программирования, осуществляя максимизацию целевой функции  $Z=KP$ , где  $K$  – параметр нагрузки. Система ограничений составляется из условий прочности и устойчивости отдельных элементов. Установлено, что в результате создания предварительного напряжения в структурной плите, в ряде случаев полезную нагрузку можно увеличить до 20 %.

При выборе конструктивной схемы структурной плиты рекомендуется, располагая характеристиками объекта (габариты, условия опирания, нагрузки и пр.), осуществить так называемое оптимальное

проектирование, в котором на основе приведенных затрат установить основные параметры конструкции, обеспечивающие наивысшие технико-экономические ее показатели. Исходными данными для оптимального проектирования являются тип конструктивной схемы и конкретные характеристики объекта. Конструктивная схема структурной плиты характеризуется: формой регулярной ячейки; видом применяемых профилей; конструкцией узловых соединений и членением на отправочные марки; способом опирания и типом кровельных конструкций (узловое, внеузловое, прогоны, настил, плиты).

Характеристики объекта должны включать: генеральные размеры покрытия (секции, плиты) в плане; схему опирания плиты (по контуру, в отдельных точках); расчетную нагрузку в виде эквивалентной равномерно распределенной; характеристики материала и сортамента профилей для стержневых элементов структуры; данные по удельной стоимости кровельных и стеновых ограждений; параметры перекрываемых помещений, определяющие эксплуатационные расходы.

Результатами оптимизационного проектирования являются: размеры ячейки поясной сетки и высота плиты, обеспечивающие наилучшее по принятому критерию качество проекта; экономические показатели конструкции, соответствующие оптимуму; оценки потерь затрат, возникающих в реальном проекте при отклонении от оптимальных размеров.

Критерием качества проектного решения или критерием оптимальности искомых размеров следует принимать приведенные затраты.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хисамов Р.И. Расчет и конструирование структурных покрытий // Учебное пособие. - Киев, Будивельник, 1981. – 180 с.
2. Лихтарников Я.М. Вариантное проектирование и оптимизация стальных конструкций. - М., Стройиздат, 1979. – 162 с.
3. Трофимович В.В., Якуненко С.И. Повышение несущей способности структурных покрытий. – Известия вузов. Строительство и архитектура, 1979, No 11.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО КУПОЛА СО ВСТРОЕННЫМ ПЕРЕКРЫТИЕМ

Романович А.Н., студент  
*к.т.н., доцент Репин В.А.*

В настоящее время в строительной отрасли прослеживается мировая тенденция к применению лёгких пространственных конструкций. Разумеется, важным критерием при выборе конструктивной системы здания является поиск оптимального инженерного решения.

Купола и оболочки являются привлекательным решением в проектировании с точки зрения как инженеров, так и архитекторов. Так купольные конструкции обладают большой несущей способностью, отличной аэродинамической формой, уникальностью архитектурного облика и другими положительными свойствами, позволяющими создавать уникальное архитектурное пространство. Именно поэтому поиск рациональных решений купольных систем остаётся на данный момент очень важным вопросом в развитии строительства и архитектуры.

Геометрической основой формообразования куполов и оболочек являются различные способы разбивки их поверхностей на сети. В настоящее время применяются два основных способа членения поверхности сферы: меридионально-кольцевые и геодезические [1].

Геодезическая разбивка поверхности имеет ряд преимуществ перед меридиально-кольцевой, например: отсутствие сгущения ячеек в зенитной части купола, меньшее количество типоразмеров конструкций, визуальная равногранность.

Геодезический купол является отличным вариантом моделирования пространства стадионов, оранжерей, садов, выставочных павильонов. Это обусловлено тем, что поверхность боковых частей здания предельно минимизирована. Купол обладает большой несущей способностью, такая конструкция равномерно распределяет нагрузки, что позволяет экономить на фундаменте, при этом возведение каркаса производится достаточно быстрыми темпами.

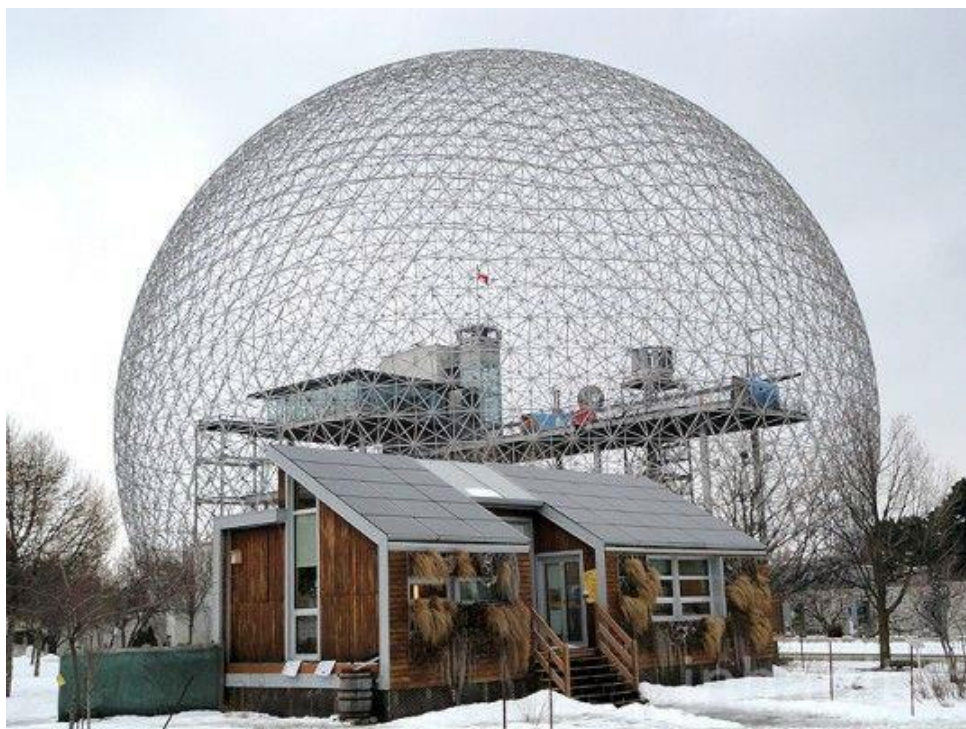


Рис. 1. Пример внедрения геодезического купола - павильон на выставке в Монреале, 1967 г. [2]

Однако существует ряд недостатков, главным из которых является отсутствие систематизированных данных по работе и расчёту куполов в связи с сравнительно небольшим опытом проектирования подобных конструкций. По этой причине при проектировании и строительстве геодезических куполов может возникнуть ряд сложностей. Так, например, тонкости и нюансы расчёта и монтажа геодезических оболочек не описаны в классической строительной литературе, что, бесспорно, затрудняет работу при проектировании подобных сооружений [3].

В настоящее время неизученным остаётся вопрос о возможности встраивания перекрытия в геокупол. Существует 2 возможных варианта встроенного перекрытия: опирающееся на колонны и висящее с помощью системы вант.

Первый вариант является нерациональным, т.к. в случае геокупола важны большие объёмы внутреннего пространства в соответствии с назначением такого типа зданий, как выставочные площади, сады, спортивные арены. В свою очередь, ряды колонн, несущие перекрытие, будут препятствовать созданию целостного объёма, и смысл строительства большепролётного купола будет потерян.

Более логичным решением данной задачи является вывешивание перекрытия с помощью системы вант. Как известно, геодезический купол отлично воспринимает равномерно-распределённую нагрузку, но узловая нагрузка для таких конструкций является разрушительной. Поэтому необходима разработка решения по распределению нагрузки по элементам купола. Таким решением может стать установка разгружающего опорного кольца, которое будет распределять нагрузки от перекрытия по элементам купола по средствам вант с разной длиной и разной степенью натяжения. Особенность заключается в том, что элементы геодезического купола расположены меридионально, что, разумеется, усложняет задачу конструктора и требует разработки унифицированной системы связи стабилизирующего кольца с каркасом купола.

Подобное конструктивное решение позволит использовать внутреннее пространство геодезических куполов более рационально, применять не только горизонтальное, но и вертикальное функциональное зонирование и увеличить полезную площадь здания в несколько раз.

Вопрос возможности установки перекрытия в геодезических куполах требует тщательной проработки и расчётов, а так же проведения опытов. Но унификация решений по данной теме поможет сделать большой шаг в применении и использовании лёгких пространственных конструкций.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Павлов Г.Н. Автоматизация архитектурно-строительного проектирования геодезических куполов и оболочек: диссертация ... кандидата технических наук: 05.13.12. - Нижний Новгород, 2007. - 274 с.
2. Сервис-Гео [Электронный ресурс]: Геодезический купол Фуллера. URL: <http://srvgeo.ru/novosti/geodezicheskiy-kupol-fullera> (дата обращения 17.02.2017).
3. Романович А.Н. Геодезические купола. Общие сведения. Особенности применения и расчёта// сборник статей.- М.: Современные инновации, 2016. – №6(8) - С. 22-23.

## РАБОТА И РАСЧЕТ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОБОЛОЧЕК

Романович А.Н., студент  
*к.т.н., доцент Попова М.В.*

В настоящее время химическая, нефтяная, газовая промышленности развиваются высокими темпами, что, в свою очередь, ведёт к увеличению перечня требований к конструкциям резервуаров, сосудов, газгольдеров и т.д. Данные сооружения следует относить к особо ответственным, т.к. их эксплуатация связана с рисками загрязнения окружающей среды. В связи с этим проектные решения для конструкций данного вида должны тщательно прорабатываться и быть научно обоснованными. Особое внимание должно уделяться разработке новых методов расчёта при конструировании цилиндрических оболочек.

Одним из таких методов является применение предварительного напряжения. Его суть заключается в намотке на корпус оболочки высокопрочного профиля. Используется данный подход для повышения или восстановления несущей способности цилиндрической оболочки [1, 2]. Особенность метода заключается в возможности регулирования напряжённого состояния исходя из особенностей работы конструкции.

Метод предварительного напряжения особо актуален при упрочнении оболочек, рабочее давление которых прямо пропорционально объёму хранения. При этом навивка на корпус оболочки под углом к продольной оси либо в кольцевом направлении без наклона высокопрочного профиля считается наиболее эффективной. Предварительное напряжение не только увеличивает несущую способность оболочки, но и повышает ее жесткость, уменьшая конечные деформации.

Предварительно напряжённые оболочки работают аналогично предварительно напряжённым стержням. Однако оболочки испытывают двухосное напряжённое состояние – основное и меридиональное напряжения. Первое возникает от внутреннего давления на стенки оболочки (рис. 1), второе - в продольном направлении от давления, действующего на торцевые стенки ёмкости. Оболочка с обмоткой воспринимает кольцевые усилия, а только оболочка воспринимает продольные усилия.

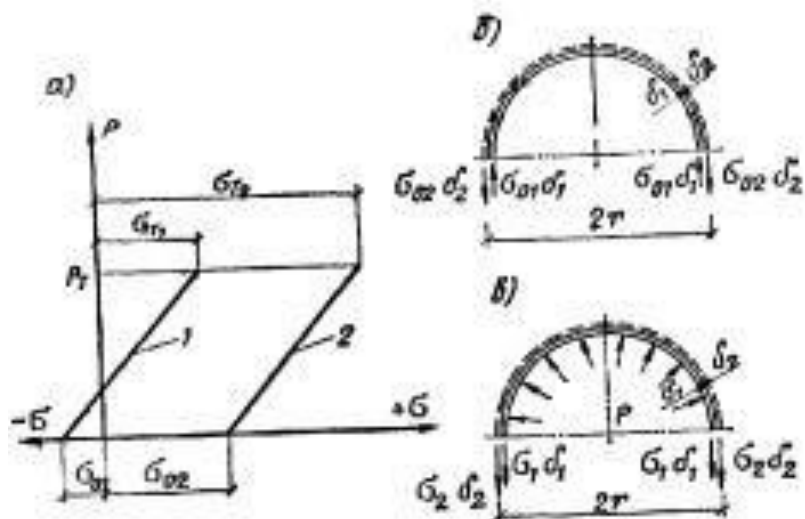


Рис. 1. К расчёту оболочки, предварительно напряжённой обмоткой;  
 а – диаграмма работы; б – расчётная схема при отсутствии внутреннего давления;  
 в – расчётная схема при действии внутреннего давления; 1 – оболочки в кольцевом  
 направлении; 2 – обмотки [2]

Для получения расчётных формул совместно решаются уравнения, которые описывают условия равновесия кольца, вырезанного из оболочки, предварительно напряжённой обмоткой, и условия равенства кольцевых деформаций оболочки и обмотки.

После анализа специализированной литературы, становится очевидным, что при исследовании напряжённо-деформированного состояния цилиндрических оболочек в основном рассматриваются параметры материала и предварительного напряжения без учёта эксплуатационных условий. В свою очередь не рассматривается совместное комплексное влияние конструктивных параметров и параметров условий эксплуатации. Таким образом, отсутствие системности в вопросах расчёта на данный момент является основной проблемой при проектировании и анализе работы предварительно напряжённых цилиндрических оболочек.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беленя Е.И. Предварительно напряженные несущие металлические конструкции. – М.: Стройиздат, 1975. – 415 с.
2. Беленя Е.И., Астряб С.М., Рамазанов Э.Б. Предварительно напряженные металлические листовые конструкции. – М.: Стройиздат, 1979. – 192 с.

## ПРОЕКТ ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ С АДМИНИСТРАТИВНО-БЫТОВЫМИ ПОМЕЩЕНИЯМИ В Г. ВЛАДИМИРЕ

Румянцева Е.А., студент  
к.т.н., доцент Лукин М.В.

Район строительства характеризуется следующими климатическими, геологическими и гидрогеологическими условиями [1,2,3]:

- климатический район строительства: 2-В [3];
- снеговая нормативная нагрузка: 180кг/м<sup>2</sup> [1];
- ветровая нормативная нагрузка: 23кг/м<sup>2</sup> [1];
- температура воздуха наиболее холодной пятидневки: -28°С [3];
- градусо-сутки отопительного периода: 5006°С·сут/год [2];
- преобладающее направление ветра за июнь–август: Северное [3];
- преобладающее направление ветра за декабрь–февраль: Южное [3];
- нормативная глубина промерзания [3]: 1,37м.

Характеристики технологического процесса допускают с одинаковой степенью целесообразность применения как одноэтажных, так и многоэтажных зданий, выбор этажности здания зависит от местных условий, а также от технических и экономических показателей.

Повышение универсальности или гибкости производственных зданий достигаются прежде всего в результате освобождения пространства, а также некоторыми конструктивными мероприятиями, например, устройством в одноэтажных промышленных зданиях по всей его площади усиленного пола, допускающего установку оборудования в любом месте помещения без устройства специальных фундаментов.

Каркасные системы наиболее рациональны при значительных статических и динамических нагрузках, характерных для промышленных зданий, и значительных размерах перекрываемых пролетов.

Однако при небольших пролетах (до 12 м) и отсутствии тяжелого подъемно-транспортного оборудования вместо каркасных конструкций применяют конструкцию с несущими стенами.

Несущим остовом одноэтажного каркасного промышленного здания служат поперечные рамы и связывающие их продольные элементы.

Продольные элементы каркаса обеспечивают устойчивость каркаса в продольном направлении и воспринимают кроме нагрузок собственной массы продольные нагрузки от торможения кранов и нагрузки от ветра,



действующего на торцевые стены здания. К этим элементам относятся: фундаментные, обвязочные и подкрановые балки, несущие конструкции ограждающей части покрытия и специальные связи (между стойками и между несущими конструкциями покрытия).

Конструктивная система покрытия может быть безпрогонной или с прогонами. В первом случае по несущим конструкциям покрытия укладывают крупноразмерные плиты (панели). Во втором случае вдоль здания укладывают прогоны, а по ним в поперечном направлении — плиты небольшой длины. Безпрогонная схема покрытия по затратам материала более экономична [4].

Подстропильные конструкции выполняют в виде ферм, которые воспринимают либо нагрузку от покрытия, либо нагрузку от мостовых кранов.

Междуэтажные железобетонные перекрытия служат жесткими горизонтальными связями: они распределяют горизонтальную (ветровую) нагрузку между элементами каркаса и обеспечивают совместную пространственную работу всех элементов каркаса здания.

Функцию вертикальных связей выполняют поперечные или продольные железобетонные стены, или крестообразные стальные элементы, устанавливаемые между колоннами, или жесткое ядро, образуемое сочетанием поперечных и продольных железобетонных стен, образующих лестничные клетки, лифты.

Сборные железобетонные каркасы могут быть решены по рамной, рамно-связевой или связевой системе.

В вспомогательных зданиях промышленных предприятий обычно размещают следующие помещения: санитарно-бытового, культурного и спортивного, коммунально-бытового, административно-технического, торгового и технического обслуживания, а также здравоохранения, общественного питания, для профессионально-технического обучения и общественных организаций.

Вспомогательные помещения могут располагаться в отдельно стоящих зданиях, в специальных пристройках к производственным зданиям, а также внутри производственного здания. Выбор того или иного решения зависит от санитарной характеристики технологического процесса, размеров территории промышленного предприятия, числа работающих и других факторов. Они должны располагаться в местах с наименьшим воздействием шума, вибрации и других вредных факторов,

исходя из максимального приближения их к рабочим местам, при этом учитывают, что работающие не должны проходить через производственные помещения с вредными выделениями и взрывопожароопасными производствами категорий А, Б и с взрывоопасными производствами категорий Е, если они в этих помещениях не работают [4].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*
2. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003
3. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\* (с Изменением N 2)
4. Архитектура промышленных предприятий зданий и сооружений Стройиздат. Справочник проектировщика. – М., 1990, – 638 с.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ПО РЕКОНСТРУКЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ ПОД МНОГОЯРУСНЫЕ АВТОПАРКИНГИ**

Сахарова А.Н., студент  
*к.т.н., доцент Репин В.А.*

Нехватка мест для парковки – одна из основных проблем каждого российского города. Застройка городов в советское время не предполагала наличия такого большого количества автомобилей. В результате дорожная сеть городов перестает справляться с растущим автомобильным парком. В этой связи на наших дорогах возникают долговременные заторы. Кроме того, добравшись до места назначения, водитель сталкивается с проблемой острой нехватки парковочного места для стоянки машины. Многие автомобилисты вынуждены парковать машины с нарушением требований дорожных знаков или разметки, залезая на газоны и тротуары, оставляя машины в местах, где парковка запрещена, или паркуясь «вторым рядом». В результате дорожная ситуация городов из-за неправильно припаркованных машин еще более ухудшается.

Одним из путей решения проблем, связанных с постоянным увеличением количества автомобилей, является строительство автопаркингов. Они бывают надземные и подземные, одноярусные и многоярусные. К надземным относятся: автопаркинги открытого и закрытого типа, модульные быстровозводимые автостоянки, плавучие автостоянки, автостоянки с механизированными устройствами, обвалованные автостоянки, механизированные парковки [1].

Во многих городах России имеется большое количество неиспользованных промышленных зданий. Одним из вариантов эффективного решения выше указанной проблемы является реконструкция этих объектов под многоярусные автопаркинги.

Рассмотрим многоярусные надземные паркинги. Это наиболее экономичный и эффективный способ решения проблемы парковки для большого количества машин на ограниченной территории. Многоярусной считается парковка, состоящая из двух или более уровней, соединенных между собой при помощи пандусов или лифтовых подъемников. Использование лифтов позволяет строить многоярусные парковки с большим количеством ярусов, так как лифты обеспечивают более удобное перемещение автомобилей между этажами. Автоматические паркинги могут иметь большее количество уровней, чем неавтоматизированные, так как высота уровней в этом случае намного ниже. Для въезда автомобилей устраиваются различные виды рампы, наклонные полы или лифтовые подъемники. Самыми современными являются механизированные парковки, в которых водитель минимально участвует в процессе паркинга машины – он лишь сдает ее на хранение, после чего специальный лифт поднимает машину на нужный ярус и ставит ее в ячейку, а владелец авто получает карточку с кодом этой ячейки.

Удельные показатели механизированных парковок в 2-2,5 раза выше показателей парковок манежного типа (многоэтажные паркинги с пандусами для заезда), и в 5-10 раз- по сравнению с плоскостными. Ниже в таблице приведены сравнительные показатели ТЭП для разных типов парковок:

Таблица 1

Удельные показатели	Типы автостоянок		
	Плоскостная	Манежная	Механизи- рованная
К1- отношение общей площади объекта к количеству машиномест, м <sup>2</sup> /м.м.	40-50	25-45	17-25
К2- отношение объема здания к кол-ву м/м (м <sup>3</sup> /м.м.)	-	100-140	35-55

Блок автостоянки с механизированным устройством может иметь вместимость не более 100 машиномест и высоту здания не более 28 м. При необходимости компоновки автостоянки из нескольких блоков их следует разделять противопожарными перегородками 1-го типа. К каждому из блоков автостоянки должен быть обеспечен подъезд для пожарных машин и возможность доступа для пожарных подразделений на любой этаж (ярус) с двух противоположных сторон блока автостоянки (через остекленные или открытые проемы). При высоте сооружения до 15 м над землей вместимость блока допускается увеличивать до 150 машиномест. В блоке автостоянки для технического обслуживания систем механизированного устройства по этажам (ярусам) допускается устройство открытой лестницы из негорючих материалов [1].

Автостоянки с механизированными устройствами допускается проектировать не ниже IV степени огнестойкости и класса конструктивной пожарной опасности С0 [1, 2].

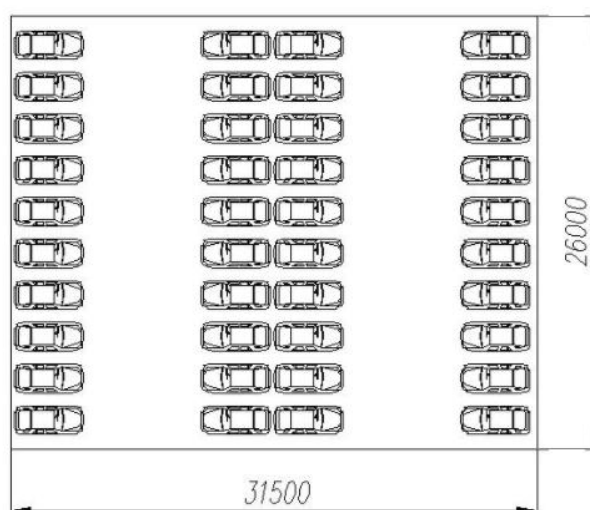


Рис. 1. Необходимая площадь для размещения 40 автомобилей

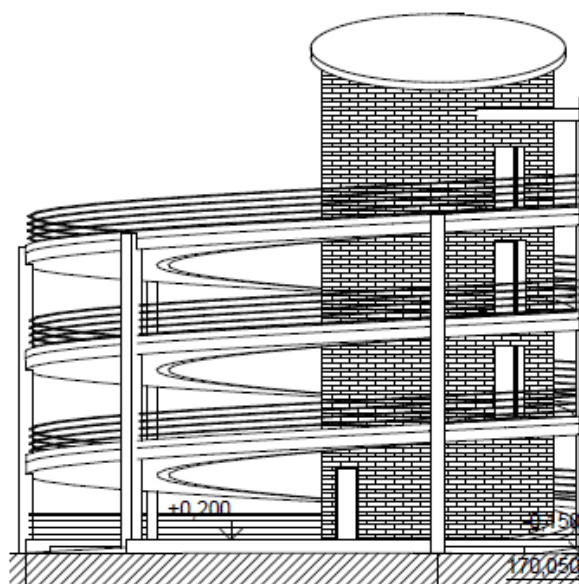


Рис. 2. Устройство пандуса при устройстве многоярусного автопаркинга

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. «СП 113.13330.2012 свод правил. Стоянки автомобилей. Актуализированная редакция СНиП 21-02-99\*», 2012 г.- 12 с - 16 с.
2. «СП 4.13130.2013 Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям», 2013 г. – с 149 -150.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВОПРОСОВ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ИЗ ТЕПЛОЭФФЕКТИВНОГО БРУСА**

Сергеев М.С., студент  
*д.т.н., профессор Рощина С.И.*

Древесина обладает целым рядом свойств, которые позволяют широко использовать ее в различных отраслях: деревообрабатывающей, деревянном домостроении, транспорте, энергетике и др. Одной из важнейших технических применения конструкций и изделий с малой материалоемкостью и высокими эксплуатационными параметрами.

В современных условиях при появлении новых материалов и конструкций древесина сохраняет своё значение. В настоящее время она является наиболее распространенным видом сырья, применяемого в строительстве, промышленности, в сельском хозяйстве и быту.

Благодаря новым технологическим разработкам древесина стала шире использоваться в традиционных областях и нашла новые области применения. К таким достижениям относятся усовершенствования в технологии сушки, противогнилостная и противопожарная обработка, слоистые конструкции, сборные конструкции заводского изготовления, высокоэффективные столярные клеи. Прогресс в области переработки и применения древесины явился стимулом к дальнейшему развитию лесного хозяйства.

Известно, что такие теплофизические свойства как теплопроводность, изменяются с изменением направления, т.е. древесина анизотропна в отношении этих свойств. Если в древесине пренебречь различиями в величине теплопроводности по направлениям, перпендикулярным направлению волокон, то её можно рассматривать как трансотропный материал. Для описания физической и математической модели представленного исследования необходимо внести следующие гипотезы и допущения:

- древесина рассматривается как однородный материал;
- теплофизические и физико-механические свойства древесины в пределах сечения усредняются;
- не учитывается влияние локальных дефектов, находящихся в пределах норм и правил;
- материал следует обобщенному закону Гука, компоненты напряжений и деформаций имеют линейную зависимость.

Теплотехнические расчёты в программе Base проведены для центрального региона России, города Владимира. Для наглядного представления энергетической эффективности применения теплобруса были проведены расчёты трёх типов конструкции:

- для стены из теплобруса, общей толщиной 220 мм. При этом в качестве утеплителя в брус применён пенополистирол толщиной 130 мм;

- стена из клеёного бруса толщиной 250 мм (наиболее близкий аналог).

Численные исследования проводились в программе Heat2D путём расчёта двухмерных температурных полей в поперечном сечении панели. Целью численных исследований было оценка теплотехнических свойств в зависимости от варьируемых параметров. В расчётах были учтены фактические теплофизические характеристики.

Программа Heat2D использует разновидность конечно-разностного метода - метод контрольного объёма для получения дискретного аналога стационарной двумерной задачи теплопроводности. В таком методе расчетная область представляется объединением непересекающихся контрольных объёмов, каждый из которых содержит одну узловую (расчетную) точку. Для получения дискретного аналога дифференциальное уравнение теплопроводности интегрируется по каждому контрольному объёму.

По результатам расчётов тепловых полей в программе Heat2D получены изополя распределения температуры внутри конструкции, изополя плотности теплового потока и его направленности, линии распределения температуры и плотности теплового потока по «внутренней» поверхности. Так же программой рассчитывалась величина удельных теплопотерь через линейную теплотехническую неоднородность (деревянные рёбра стыка) которая непосредственно учитывает теплопотери в узловом соединении при подсчёте приведённого сопротивления теплопередаче.

Форма графиков распределения плотности теплового потока и температуры по внутренней грани одинаковая для всех варьируемых параметров и отличается лишь пиковыми значениями.

В ходе работы проведены теоретические и численные эксперименты для оценки теплофизических свойств анализируемого материала. Удалось установить, что плотность теплового потока в теплобрусе меньше в 4,5 раза, а температура на внутренней поверхности стены из клеёного бруса (ближайший аналог) на 45 % ниже чем при использовании теплобруса.

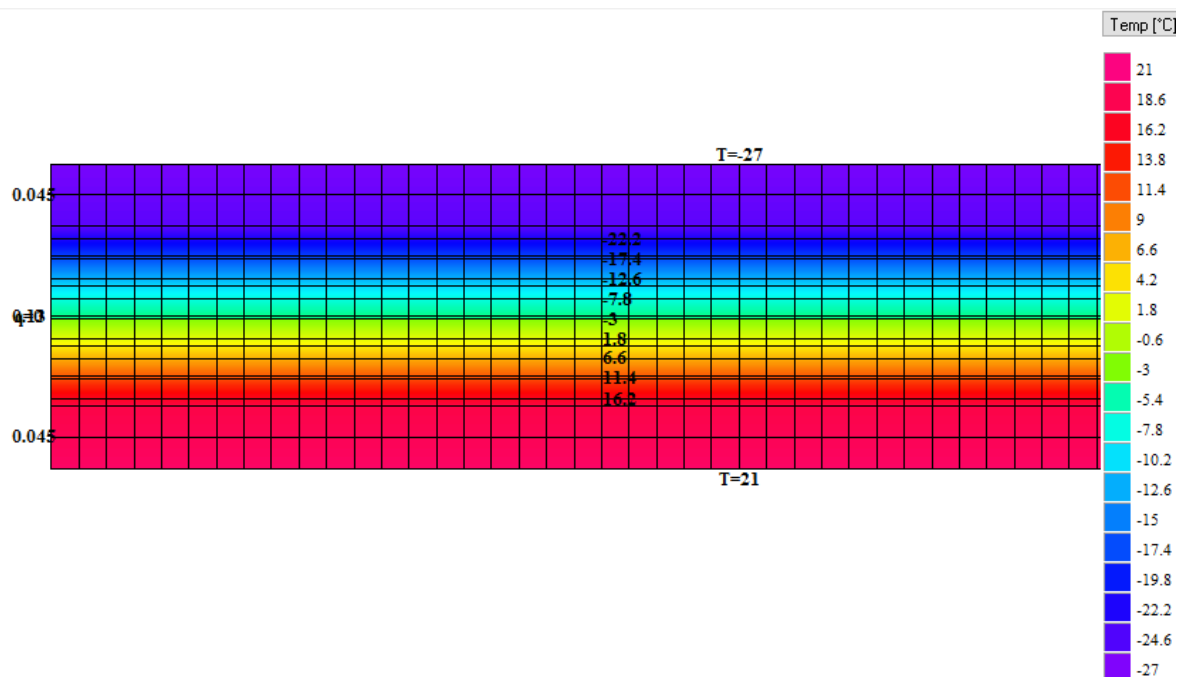


Рис. 1. Схема прохождения тепловых потоков через панель и распределение температур по толщине сечения.

Выполнен теплотехнический анализ результатов применения теплобруса с точки зрения ресурсосбережения. Установлено, что сопротивление теплопередачи теплобруса на 50% выше чем у распространённых аналогов. Таким образом затраты на отопление возможно уменьшить в 2,2...2,5 раза.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. – М.: - Минрегион России, 2012. – 147 с.
2. СП 64.13330.2011 «Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-25-80».
3. СП 131.13330.2012 «Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\*».
4. Примак, Чернышов: Энергосбережение в ЖКХ. ISBN: 978-5-8291-1325-4. Академический проект, 2011 г. 622 с.



## ПРОЕКТ ДВУХЭТАЖНОГО МОТОСАЛОНА В Г. ВЛАДИМИРЕ

Стрекалкин А.А., студент  
*к.т.н., доцент Сергеев М.С.*

В современном мире города активно разрастаются, строятся новые микрорайоны с развитой инфраструктурой и плотность заселения увеличивается, что приводит к общему перенаселению более старых районов, и, как следствие, загруженности не только школ, больниц, детских садов, но и сложностям в транспортной сфере. Городские пробки и заторы отнимают немало времени у жителей современных мегаполисов. В связи с этим все большую популярность набирают более мобильные и компактные средства передвижения, нежели автомобили. Среди них отдельно выделяется мототехника. В связи с развитием данного направления транспортной техники, возникает необходимость специальных салонов с большим выбором как самих мотоциклов и прочих подобных видов транспорта, так и всей необходимой атрибутики для безопасного передвижения на них. Для строительства был выбран перспективный район рядом с федеральной трассой и гипермаркетом. Выбранное место находится в непосредственной близости от большой транспортной развязки и крупнейшего в городе торгового центра, что обеспечит и легкость проезда, и стабильный приток клиентов в данный салон. Целью моей работы является создание компактного многофункционального долговечного здания, с использованием наиболее эффективных строительных решений и материалов, позволяющих максимально снизить затраты на строительство, повысить производительность труда, обеспечить прочность и долговечность здания. Грамотный выбор архитектурно-планировочных и объемно-пространственных решений, материалов и методов производства работ позволит решить все поставленные задачи.

Здание мотосалона запроектировано 2-этажным без подвала и чердака, с габаритными размерами 47,90 x 23,37 м. Высота 1 этажа – 5,4 м; высота 2 этажа – 3м. Запроектирован один центральный вход в здание, а также двое ворот для завода и вывоза мотоциклов и другого товара. Эвакуационные выходы — две лестницы с торцов здания. Предусмотрено максимальное количество торговых площадей на каждом этаже, а также необходимое число офисных помещений. На первом этаже

запроектированы вспомогательные помещения: водомерный узел, электрощитовая, помещение уборочного инвентаря, техническое помещение. Санузлы расположены на каждом этаже.

Первый этаж (0,000) – располагается тамбур, торговый зал, водомерный узел, электрощитовая, помещения для отдыха посетителей, обслуживания техники, санитарные узлы и технические помещения, а также комната для отдыха персонала. Второй этаж (+5,400) – располагаются торговый зал, примерочные, административные помещения, санитарный узел, технические помещения.

Проектируемое здание предполагается разместить на окраине города вдоль оживленной магистрали, что определило его габаритные размеры и отношение длины к ширине. Все планировочные решения – шаг колонны, высота помещений, технологические решения, наличие отдельных входов отвечают назначению здания, позволяют эффективно использовать пространство, обеспечить его эксплуатацию, соблюдать требования пожарной безопасности, а также санитарно-гигиенические требования.

Фасады обращённые к стороне подъезда выполнены по системе вентилируемого фасада, остальная часть фасадов отделана штукатуркой и окрашена фасадными красками белого цвета. Окна выполнены в виде спайдерного остекления и ПВХ-блоков. Входная группа имеет размеры, соответствующие назначению здания. Здание мотосалона своим главным фасадом выходит на ул. Суздальский проспект, тем самым фиксируясь на этом участке, а также позволяет сформировать ее современный облик, не разрушая сложившейся концепции, продолжить формирование этого района города.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 15.13330.2010. Каменные и армокаменные конструкции. – М.: Минрегион России, 2011. – 76 с.
2. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. – М.: - Минрегион России, 2012. – 147 с.
3. СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия». – М.: Минрегион России, 2011. – 96 с.
4. СП 22.13330.2011 «Основания зданий и сооружений». - М.: Гос. предпр. Центр проектной продукции массового применения, 2011. – 161 с.
5. СП 63.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции. Общие положения». – М: Минрегион России, 2011. – 116 с.

## **ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО ВАРИАНТА ТИПА ФУНДАМЕНТА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СКЛАДСКОГО ТЕРМИНАЛА В Г. ВЛАДИМИРЕ**

Стронов А.В., студент  
*к.т.н., доцент Лукин М.В.*

Город Владимир развивает свой торговый потенциал. При этом все чаще появляется необходимость в строительстве новых современных складских терминалов нового образца.

Есть три типа складских терминала: «А(А+)» которому соответствуют черты одноэтажное здание состоящие из ЛМК, пролетом от 24 м. высота потолка от 10м с шагом колон от 6м; «В+» схоже с первым типом но отличается меньшими размерами; «С» утепленный ангар с высотой потолка от 4м.

Выбор оптимального типа фундамента во многом зависти от выбора типа складского терминала и места строительства. В основном терминал состоит из сетки ж/б или металлических колон, на которые опираются металлические фермы. Роль ограждающей конструкции в большинстве выполняют сэндвич панели. В следствие чего сооружение имеет относительно не большой вес. Второй фактор геологические изыскания, которые показывают, что в г. Владимир преобладают суглинки и супесчаные почвы. При проектировании фундамента нужно учитывать все свойства этих почв, чтобы правильно рассчитать сопротивление грунта и выбрать фундамент, наиболее подходящий для этой местности. Суглинки в сухом состоянии рассыпчатые, а при намокании становятся вязкими и при отрицательных температурах пучинятся. Когда грунт промерзает ниже грунтовых вод, условия называются тяжелыми и наоборот, если грунт промерзает меньше, чем глубина залегания грунтовых вод, то условия для фундамента можно считать подходящими. В любом случае, **фундамент на суглинке** должен залегать ниже точки промерзания грунта. Это не даст стопроцентной гарантии, ведь выталкивающая сила воздействует не только вертикально вверх, но и в стороны. Супесь состоит из песка и глинистых частиц, количество которых не превышает 3-10% от общего объема. Благодаря небольшой доле глины в его составе, **супесь** обладает хорошим коэффициентом фильтрации, который приближается к значению мелких песков и составляет от 1 до 3 м/сутки. В

связи с этим несущая способность супесей в зависимости от уровня влажности изменяется незначительно: для сухого состояния она составляет 3 кг/см<sup>2</sup>, для влажного – 2,5 кг/см<sup>2</sup>. Основными типами для таких почв являются: ленточный фундамент, свайный фундамент, плитные фундаменты.

Ленточный фундамент можно устраивать под любой тип терминала, так как он имеет большую несущую способность. Такой фундамент выполняется путем заливки бетонной смесив заранее подготовленную опалубку, расположенной в котловане или траншее и имеющей замкнутый контр. Это вариант гарантирует создания прочного основания на грунтах г. Владимира. С экономической точки зрения цена такого фундамента высока, из-за большого расхода строительных ресурсов.

Преимуществом свайного фундамента является то что при устройстве его нет в необходимости в дополнительных земляных работах, работы по монтажу можно начинать не зависима от времени года без дополнительных затрат. Несущая способность сваи приблизительно равна 1700 кг. Плюсом является скорость возведения такого фундамента. Такой фундамент можно применять где несущей слой залегает достаточно далеко. Экономически этот вариант один из самых дешевых, он порядка двух раз дешевле устройства монолитных фундаментов и на 15-20% ленточных фундаментов.

Применение плитного фундамента является более целесообразно при всех его плюсах и минусах. Его основными достоинствами являются: простота монтажа, противостояние разным видам вод, предотвращение движения грунта, применение плиты как основание под пол этажа. Он подходит для большинства типов грунтов. С экономической точки затраты на материалы высоки, но в дальнейшем нет необходимости устройте качественного пола, выдерживающего большие нагрузки от техники и при статических нагружениях.

Таким образом выгодным вариантом при проектировании фундамента для складского терминала в г. Владимире является применение плитного фундамента.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <http://prorabsovet.com>.
2. <http://www.daniladom.ru>.
3. <http://www.infpol.ru>.

## ОСОБЕННОСТИ МАТЕРИАЛОВ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХСЯ ДЛЯ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ВИСЯЧИХ ПОКРЫТИЙ

Титов Н.Д., студент  
*к.т.н., доцент Лукин М.В.*

Висячие конструкции – это один из наиболее экономичных видов покрытий, несущая способность системы используется полностью и работает только на растяжение [1].

В основном несущими элементами для висячих покрытий могут быть металлические тросы, ванты, или металлические листы, синтетические материалы.

Есть несколько видов висячих покрытий. Пригруженные у данного вида металлические или железобетонные балки укладываются на свободно подвешенные тросы, затем наверх кладут железобетонные плиты и элементы покрытия. Любая висячая системы, вес которой превышает  $1 \text{ кН/м}^2$ , может считаться пригруженной. Явный пример данного вида висячих покрытий, это тяжелые металлические ленты, покрытые сверху металлическими листами, построен по проекту В.Г Шухова.

Ужесточенными считают висячие конструкции, жесткость которых препятствие возникновению недопустимых кинематических и упругих деформаций. К данному виду можно отнести висячие предварительно напряженные оболочки, а также провисающие фермы, очертания данных конструкций совпадает с очертанием свободно подвешенной нити. Висячие предварительно напряженные оболочки обычно делают из железобетонных плит, которые кладут на ванты с помощью крюков, выступающих из торцов этих плит.

Особенное состояние в висячих покрытиях занимают нетяжелые вантовые, предварительно напряженные системы, вес которых обычно значительно меньше  $1 \text{ кН/м}^2$  и устойчивость, которых гарантируется только за счет предварительного напряжения системы покрытия. Эти покрытия выполняются в 2-ух вариантах: как одно поясные Системы (либо предварительно-напряженные вантовые сетки) и как двух поясные (либо предварительно напряженные вантовые фермы). И в тех, и в остальных системах различаем 2 вида вант: несущие, которые постоянно выгнуты вниз и предварительно напряженные — стабилизирующие которые постоянно выгнуты" кверху.

В сетчатом предварительно напряженном покрытии в г. Ралей (США) в качестве опорного контура покрытия были применены 2 пересекающиеся наклонные арки, которые сами поддерживались натянутой сеткой, а стабилизировались оттяжками — стойками, заанкеренными в землю. Распор в данной системе воспринимался арками и передавался на арочные опоры. По тому же принципу построены покрытия над певческими эстрадами в Таллинне и Вильнюсе.

Особенный вид представляют собой сетчатые покрытия, которые натянуты не на жесткий опорный контур, а на эластичные контурные ванты, именуемые тросами-подборами, которые опираются на стойки с оттяжками, а в ином направлении притянуты. Устанавливаются распорки, а сами тросы с внешней стороны покрытия закрепляются в контурное сжатое кольцо, выполняемое обычно из железобетона. Это вантовое покрытие получило название «велосипедное колесо».

Струнные системы состоят из тросов, сильно растянутых на массивные торцевые опоры и покрытых металлическими листами кровли. Для уменьшения прогиба струны на всем протяжении между торцевыми опорами подперты рамами, установленными с шагом до 12 м. Такая система применяется для покрытия складов и длинных вокзальных перронов [2].

Мембранные покрытия, состоящие из свободно провисающих либо предварительно натянутых железных листов, имеют то преимущество перед Байтовыми системами, что мембраны считаются одновременно и несущей, и ограждающей системой. В то же время к недочетам мембранных покрытий следует отнести более значительный расход металла, чем в Байтовых системах.

Важным конструктивным фактором у всех висячих покрытий считается восприятие распора. В системах с круглым либо овальным в плане контуром распор полностью в нем погашается; контур в основном действует на сжатие и только при отдельных неравномерных положениях нагрузки принимает еще и некоторые изгибающие моменты.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Интернет источник [<http://www.bibliotekar.ru>].
2. Фрей Отто, Висячие покрытия, их формы и конструкции // Государственное издательство литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам, 1960 г.

## ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ НАУКИ

Чачко Б.Г., студент  
*к.т.н., доцент Лисятников М.С.*

Строительная наука образовалась в середине XIX в. В большинстве ведущих стран мира шло стремительное развитие строительства.

В этих рамках деятельность инженеров была достаточно тесно связана с решением научных задач. В то время достижения физики и математики дали сильный толчок для дальнейшего исследования технических наук.

В истории строительной науки вторая половина XIX в. была удачным периодом. Именно в этот период были поставлены многие задачи сопротивления материалов и строительной механики.

Закон Пауссона о работе упругих сил, опубликованный в 1833 г., был опорой для закона Клапейрона о потенциальной энергии системы. Этот закон был обнародован Ламе в 1852 г. [1].

Теорема Клапейрона вызвала интерес у многих деятелей науки, потому что расчёт строительных конструкций вёлся не легкими приемами, в то время как, например, в фермах совершается лишь простая работа упругих сил.

На такое положение в расчетах ферм в 1864 г. обратил внимание Дж. К. Максвелл. Он в 1864 г. решил по-новому сформулировать закон о взаимности перемещений.

Закон Максвелла о взаимности перемещений развил Е. Бетти в 1872-1873 гг. Он расширил представление о свойствах упругого тела при любых внешних факторах [2].

Указанные законы, однако, не были еще приведены в состояние, пригодное для реального применения. В 1873 г. это сделал английский ученый-физик Рэлей. Он дал математическое объяснение теоремы взаимности перемещений и смог раскрыть все ее возможности.

История образования теорем строительной механики показывает, что все теоремы находятся в тесной связи и взаимной зависимости, потому что их исходной точкой является принцип возможных перемещений Ж. Лагранжа.

Ученые, которые исследовали строительную механику иногда утверждают, что теорема Максвелла была очень кратко изложена (к ней

не даны графические иллюстрации и журнал, в котором статья была напечатана имел не большую распространенность).

Эти соображения не убедительны. Теорема Максвелла о взаимности перемещений была известна в Англии, Италии, Франции и России. Однако в Германии Мор, который пришел к тем же выводам, что и Максвелл, сообщает, что он узнал о теореме Максвелла лишь в 1883 г.

Новое "открытие" теоремы Максвелла Мором - событие маловероятное, потому что ученый не отрицал своего знакомства с законом Бетти и исследованиями Рэлея.

О. Мор дал реальное применение основных законов строительной механики к существующим инженерным сооружениям. В 1874 г. он начал постоянное публикование своих исследований по теории ферм. Почти все его работы сопровождались числовыми примерами и таблицами. Мор работал над статически неопределимыми фермами [2].

В 1881 г. О. Мор открыл способ расчета ферм, который в дальнейшем был усовершенствован научными деятелями разных стран и вошел в строительную механику под именем расчета по способу упругого центра.

В России в 1868 г. И. А. Евневич опубликовал плодотворный труд, в котором сопротивление материалов и строительная механика рассматривались в связи с теорией упругости. Это исследование Евневича имело огромное значение в продвижение строительной науки в России [1].

В Англии Рэлей, а в Германии Винклер в 70-х годах XIX в. продолжали исследовать стержневые системы разнообразных очертаний. В 1877 г. Рэлей опубликовал книгу "Теория звука". В этом труде он обратил внимание на идею обобщенных сил и перемещений.

Воздействие книги "Теория звука" на дальнейшее развитие строительной науки во всех странах было не малозначительным. В России в 1883-1884 гг. В. Л. Кирпичев, сославшись на книгу Рэлея "Теория звука", смог вывести доказательство теоремы взаимности. В. Л. Кирпичев стал применить теорему Рэлея к расчетам балок, арок и цепей.

Наиболее удачно и в изящной форме применение к решетчатым фермам дал Х. С. Головин. Он не советовал создавать конструкции без расчетов или с расчетами по методу наименьшего сопротивления, при нем получают ошибочные решения.

Х. С. Головин указал, что стыки, заклепки и т. п., которое инженер считает неизменным и прочным, на деле обжимаются и смещаются,



изменяясь против расчетных предположений. Он рекомендовал применять конструкции простые, избегая сложных решеток и схем в фермах и арках [3].

Работы И. А. Евневича, В. Л. Кирпичева, Х. С. Головина и других доказывают, что ученые и инженеры России не отставали от мирового уровня знаний в области строительства. Во многих случаях они шли впереди зарубежных ученых, создавали рабочие формулы, вытекающие из принципов теории строительной науки, этим вносили новые идеи в инженерные конструкции и обеспечивали сооружения надежными методами расчета.

Все эти труды и дали толчок для дальнейшего развития строительной науки. В настоящее время в России успешно работают сотни научно-исследовательских институтов по изучению новых проблем в строительстве, тысячи заводских и строительных лабораторий, сотни проектных институтов. А так же разрабатываются новые методы исследования, и на этом ученые не останавливаются.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рыжков И. Б. История строительства // учебное пособие. -М.: Строительство, 2015.- 85 с.
2. Струпишин Л. Ю. Строительная механика плоских стержневых систем // учебное пособие. -М.: Инфа-М, 2014.-23 с.
3. Перельмутер А. В. Очерки по истории металлических конструкций // -М: СКАД СОФТ, 2015.- 115 с.

#### НОВЕЙШИЕ ТЕХНОЛОГИИ УМНОГО ДОМА

Шабардина Н.Д., студент  
*к.т.н., доцент Яшкова Т.Н.*

Для организации комфортного и уютного дома используются различные технологии, которые значительно облегчают жизнь обитателей дома. «Умный дом» - это система, в которой все коммуникации подключены к компьютеру и управляются с его помощью. Система тщательно отслеживает температуру в комнатах дома, наблюдает и фиксирует изображения с видеокамер. С помощью компьютерных

технологий можно регулировать свет, температуру пола или батарей, включать различные электроприборы и многое другое.

Управление освещением в «Умном доме» может осуществляться из любой точки земного шара.

В современном «Умном доме» всем «набором» света, включая уличные фонари и RGB подсветки, можно управлять дистанционно с помощью пульта или единой панели управления.

Нажав несколько кнопок на панели управления, можно включить или выключить свет в гараже, в коридоре или в любой другой части дома.

Для управления электроприборами все розетки связали между собой в одну сеть и подчинили системе «Умный дом». Одним нажатием кнопки на панели управления, можно включить или выключить нужный прибор или группу приборов. Важно, что сделать это можно, находясь даже вне дома, с помощью мобильного телефона. При необходимости «Умный дом» обесточит все здание, за исключением тех групп потребителей электроэнергии, которые являются критически важными для работы самой системы. Удаленное управление розетками позволяет запрограммировать работу бытовых приборов таким образом, чтобы они включались или выключались по определенному сценарию - по заранее заданному расписанию. Так, если в доме есть внешние ночники, которые включены в розетки, можно запрограммировать их работу в зависимости от времени суток или дня недели.

Создание нужного микроклимата в помещении достигается согласованной работой целого ряда приборов. Это могут быть электрические и газовые котлы, радиаторы, системы «теплого» пола, кондиционеры, увлажнители воздуха, система вентиляции. Управление этими приборами в ручном режиме создает массу неудобств. Необходимо каждый раз настраивать их работу в соответствии с погодными условиями, временем суток, предпочтениями хозяина и т.п. В «Умном доме» управление климатом осуществляется с помощью персонального компьютера, мобильного телефона или единой панели управления. При этом понадобится всего несколько нажатий для создания персонального микроклимата для каждого помещения.

Универсальный пульт представляет собой сенсорную панель с цветным экраном. На панели выбирается название прибора, (это может быть телевизор, система зашторивания окон, и т.д.), и на экране появляются кнопки аналогичные их «родному» пульту. Далее

управление происходит в привычном режиме. Таким образом, всей техникой, находящейся в «Умном доме» можно управлять из любой его части.

Систему наблюдения можно оборудовать так, что за камерами, расположенными в доме, появится возможность следить даже с рабочего места. Это не очень сложно, систему видеокамер можно установить в качестве первой функции будущего умного дома. Суть такой технологии в том, что сигнал от камер передается на определенный компьютер. Данные с датчиков и камер можно получать даже на портативные устройства. Одновременно с видеокамерами можно установить и датчики движения. Они будут работать по тому же самому принципу.

Создавая «Умный дом», его новейшие технологии нужно помнить о недостатках такой системы, объединяющей все устройства жилища. Основной минус — относительная дороговизна таких гаджетов. Относительная, потому что все во власти пожеланий хозяина. Пределов оснащения дома не существует, потратить на умный дом можно миллионы. Но и людям со средним заработком некоторые элементы этой системы доступны. Еще один недостаток использования информационных технологий — открытие личной информации. Возможные сбои, способные привести к изменению графика обитателей дома, тоже встречаются среди минусов интеллектуального жилья. Но их можно избежать, тщательно подбирая части системы.

Однако система «Умный дом» имеет и бесспорные преимущества. «Умный дом», новейшие технологии которого поражают своим разнообразием, постепенно становится все доступнее для обывателей. Известные компании постоянно совершенствуют устройства, позволяющие соединить уже имеющиеся и новые гаджеты в единую сеть. Большую роль в этом играет распространенность планшетов и смартфонов с постоянным выходом в Интернет, именно их удобно использовать в качестве пультов управления домом.

Помимо облегчения быденных обязанностей, технологии умного дома служат обеспечению безопасности его жителей. В случае пожара специализированная система не только вовремя засечет возникновение огня, но и вызовет пожарную команду, подсветит путь и разблокирует необходимые двери. Когда в квартире есть дети, слежение за количеством проведенного за компьютером и телевизором времени часто становится необходимостью. И с этой функцией могут успешно справиться

технологии «Умного дома». Еще один важный бонус — экономия денежных средств, затрачиваемых на электроэнергию. Выключение освещения, когда в помещении никого нет, регуляция температуры воды и другие программы, направленные на сокращение затрат, очень эффективны.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Е. Тесля, «Умный дом» своими руками. Строим интеллектуальную цифровую систему в своей квартире. – М.: Питер. 2008
2. Р.К. Элсенпитер, Т.Дж. Велт. "Умный Дом строим сами". Пер. с англ. – М.: Кудиц - образ, 2005
3. В.Н. Гололобов, Умный дом своими руками. – М.: НТ Пресс, 2007
4. А. Дементьев, Умный дом XXI века. – М.: Издательские решения, 2016
5. Архитектурная физика: Учеб. Для вузов: Спец. Архитектура/ В.К. Лицкевич, Л.И., Л.И. Макринский, И.В. Мигалина и др.; Под ред. Н.В. Оболенского. – М.: Стройиздат, 1998.

### **ПРИМЕНЕНИЕ АРОЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ**

Щетников К.В., студент

*д.т.н., профессор Рощина С.И.*

В настоящее время много заводов находится в заброшенном состоянии. И это огромные площади, которые просто пустуют. С каждым годом, находясь в таком неухоженном состоянии, их конструкции все больше и больше теряют свои несущие, ограждающие и многие другие функции. А ведь их можно использовать под те же заводы, только переоборудованные для другого производства, спортзалы, бассейны и многое другое. Исходя из этих рассуждений, возникла идея исследовать работу железобетонной монолитной сводчатой рамы одного из заводов (Рисунок 1).

Рама состоит из двух симметричных элементов, шарнирно соединенных между собой в верхней части и жестко закрепленных у основания. Материалом рамы является тяжелый бетон марки В25. Покрытие выполнено из ребристых плит. Кровля из рулонных материалов.



Рис. 1. Льдозавод в г. Берлин

По изображению в программном комплексе AutoCAD в масштабе была начерчена рама данного завода (Рисунок 2).

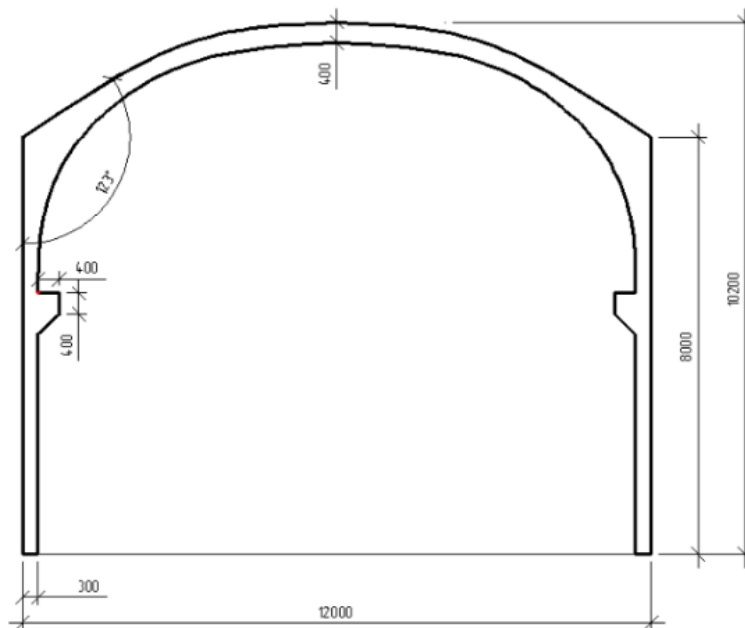


Рис. 2. Размеры железобетонной монолитной сводчатой рамы

По размерам, взятым из AutoCAD, построена расчетная схема рамы в ПК SCAD++ (Рисунок 3).

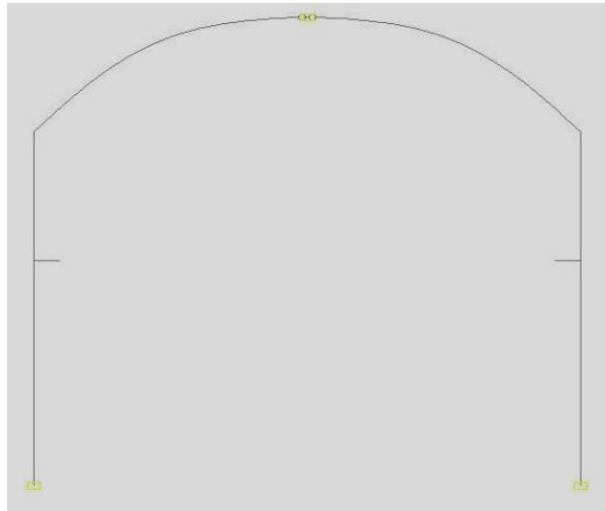


Рис. 3. Расчетная схема железобетонной монолитной сводчатой рамы

Далее выполнен сбор нагрузок на раму и последующий ее расчет (Рисунок 4).

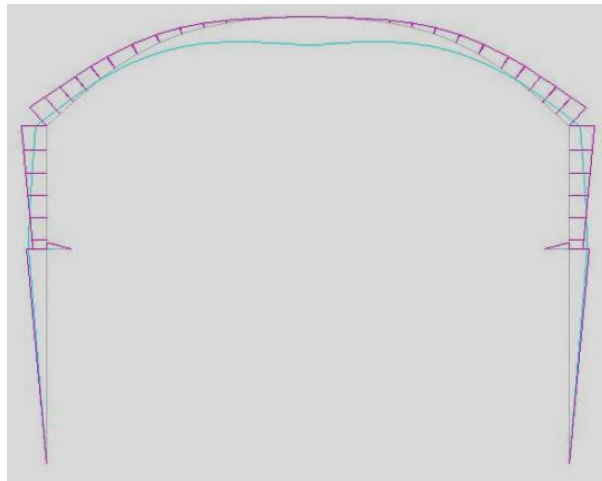


Рис. 4. Эпюра моментов и деформированная схема рамы

Из расчета видно, что рама имеет слабые места, которые наиболее нагружены (например, карнизные узлы). Необходимо произвести их усиление.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. DIN EN 1991-1-3 Еврокод 1: Воздействия на строительные конструкции – Часть 1-3: Общие воздействия, снеговые нагрузки. Поправка к DIN EN 1991-1-3: 2003+AC:2009.
2. <http://bigpicture.ru/?p=124512>.
3. СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия».
4. <http://www.studfiles.ru/preview/5432958/page:4/>.

**КАФЕДРА «СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ»**

## ОПАСНОСТИ МГНОВЕННО ИЗМЕНЯЕМЫХ СИСТЕМ

Баранова Т.А., Устинова Е.А., студенты  
к.т.н., доцент Кондратьева Л. Е.

Мгновенно изменяемые системы – это один из видов систем по геометрической изменяемости (неизменяемости). Мгновенно изменяемые системы характеризуются тем, что допускают малые (бесконечно малые) перемещения (поступательные или вращательные) отдельных точек системы без деформаций ее элементов, после чего становятся геометрически неизменяемыми. Эти перемещения происходят в течение достаточно короткого промежутка времени, отсюда – название этого вида систем. Классическим примером мгновенно изменяемой системы является двухопорная балка с определенным расположением опорных стержней (рис. 1).



а) геометрически неизменяемая система

б) мгновенно изменяемая система (штриховой линией показано новое положение стержня  $AB$  после малого перемещения точки  $B$ )

Рис. 1

Определим реакцию  $B$  правой опоры балки (рис. 1, а):

$$\begin{aligned}\sum M_A &= 0 \\ P \cdot a - B \cdot h &= 0 \\ h &= L \cdot \sin \alpha \rightarrow \\ B &= \frac{P \cdot a}{L \cdot \sin \alpha}.\end{aligned}\tag{1}$$



Если же правый опорный стержень повернуть (рис. 1, б) так, чтобы оси всех опорных стержней пересекались в одной точке (другими словами – чтобы шарниры  $A$ ,  $B$  и  $C$  лежали на одной прямой), то опорная реакция  $B$  может быть определена по формуле (1), полагая  $\sin\alpha=0$ :

$$B = \frac{P \cdot a}{L \cdot 0} = \infty.$$

Таким образом, система рис. 1, б допускает малое (бесконечно малое) перемещение точки  $B$  без деформаций и является мгновенно изменяемой. При этом реакция правой опоры теоретически равна бесконечности.

В этом и состоит опасность мгновенно изменяемых систем: в элементах и опорах таких систем возникают бесконечно большие (на практике обычно – очень большие) усилия, что может вызвать разрушение элементов и опор и сопровождается значительными деформациями. Поэтому мгновенно изменяемые системы категорически не должны применяться при проектировании инженерных сооружений. Надо избегать не только мгновенно изменяемых систем, но и систем, близких к ним, так как усилия в них также могут достигать значительных величин (например, система, близкая к мгновенно изменяемой, получится из системы рис. 1, а, если угол  $\alpha$  сделать небольшим).

Об опасностях этих систем знают не только проектировщики, но и строители-практики. Например, хороший строитель не сделает двускатную крышу с небольшим углом наклона ската (этот угол обычно принимают более  $30^\circ$ ). А грамотный мастер не допустит ситуации, запечатленной на фото (рис. 2): строителями своевременно не поставлены укосины, что сделало систему мгновенно изменяемой.



Рис. 2

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Киселев В. А. Строительная механика. Общий курс. – М.: Стройиздат, 1986. – 520 с.
2. [Электронный ресурс] <https://studopedia.info/1-23410.html>

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ОЧЕРТАНИЯ ОСИ ТРЕХШАРНИРНОЙ АРКИ НА ВНУТРЕННИЕ УСИЛИЯ

Козлова П.Б., студент  
к.т.н., доцент Кондратьева Л.Е.

Аркой называют архитектурно-конструктивный элемент зданий и сооружений, имеющий очертание кривой, выгнутой навстречу нагрузке. Арки перекрывают различные пролеты между двумя опорами: между колоннами здания, между устоями моста и др. Кроме конструктивной целесообразности арка обладает большой художественной выразительностью. Все это издавна делало арки очень популярными у архитекторов и строителей.

Формы арок разнообразны: насчитывается несколько десятков видов арок по форме. Форма арки безусловно влияет на внутренние усилия в ней. Целью данной учебно-исследовательской работы было изучение зависимости внутренних усилий в трехшарнирной арке от ее формы. Исследование проводилось для наиболее часто использующихся форм арок: дуги окружности и параболы.

На рис. 1 показана расчетная схема исследуемой трехшарнирной арки (верхняя кривая – дуга окружности, нижняя кривая – квадратная парабола). Внутренние усилия в поперечных сечениях арки (изгибающие моменты  $M$ , поперечные силы  $Q$  и продольные силы  $N$ ) определялись по известным формулам строительной механики.

В табл. 1 приведены результаты расчета для двух сечений, указанных на рис. 1: сечения  $K_1$  и сечения  $K_2$ . Общий анализ результатов позволяет сделать вывод о том, что в арке, имеющей форму параболы, наибольший по величине изгибающий момент существенно меньше, чем в арке, имеющей форму дуги окружности; величины продольных сил в арке-параболе меньше, чем в арке-окружности. Поскольку именно эти усилия определяют

Таблица 1

форма арки	сечение $K_1$			сечение $K_2$		
	$M$ , кНм	$Q$ , кН	$N$ , кН	$M$ , кНм	$Q$ , кН	$N$ , кН
дуга окружности	-27,6	2,8	-28,1	2	14,2	-19,3
квадратная парабола	-16,4	0	-26,9	6	16,4	-17,4

величины нормальных напряжений в поперечных сечениях арки, очевидно, что наибольшее по величине нормальное напряжение в арке-параболе меньше, чем в арке-окружности. Таким образом, можно говорить о том, что форма квадратной параболы для трехшарнирной арки предпочтительнее с точки зрения прочности, чем форма дуги окружности.

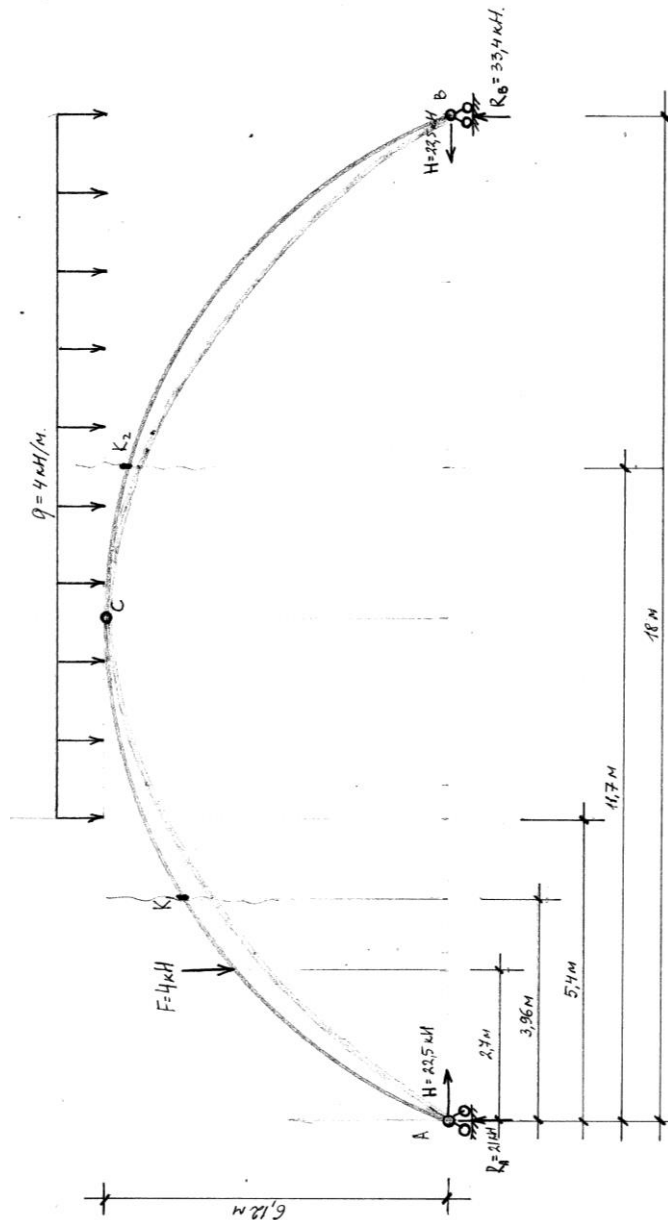


Рис. 1. Расчетная схема арки

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Киселев В. А. Строительная механика. Общий курс. – М.: Стройиздат, 1986. – 520 с.
2. <http://www.bibliotekar.ru/spravochnik-181-enciklopedia-tehniki/34.htm>

## РАСЧЕТНЫЙ ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС STARK

Мартынов В.А., студент  
*к.т.н., доцент Кондратьева Л.Е.*

Современное архитектурно-строительное проектирование трудно представить без использования компьютерных технологий. Компьютер и программное обеспечение к нему не только оказывают огромную помощь в работе инженера, но и позволяют рассматривать задачи, решение которых ранее не представлялось возможным. К такому программному обеспечению относится отечественный (что важно) программный комплекс (ПК) STARK ES (разработчик - ООО «Еврософт», Москва). Появившись в конце прошлого века, комплекс постоянно совершенствуется, особенно в последние годы, в частности, в области расчетов на сейсмические воздействия [1, 2].

Отечественный и зарубежный опыт проектирования и расчета зданий и сооружений говорит о том, что в зависимости от сложности и ответственности проектируемого объекта при расчетном обосновании проекта необходимо учитывать следующие основные требования, обеспечивающие конструкционную надежность и безопасность:

- использование наиболее реалистичных пространственных расчетных схем,
- учет физической и геометрической нелинейности,
- учет совместной работы несущих конструкций, фундамента и основания,
- учет возможных аварийных воздействий,
- выполнение параллельных расчетов с использованием альтернативных расчетных средств.

Очевидно, что выполнение этих требований возможно лишь при использовании передовых компьютерных технологий расчета конструкций.

ООО «Еврософт» - российское научно-производственное предприятие, основанное в 1992 г. «Еврософт» опирается на тридцатилетний опыт разработчиков систем автоматизированного проектирования института ЦНИИпроект Госстроя России и научную базу институтов ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко, НИИЖБ им. А. А. Гвоздева, НИИОСП им. Н. М. Герсеванова, входящих сейчас в состав Научно-

исследовательского центра «Строительство». С 2003 года «Еврософт» возглавляет заслуженный строитель России, доктор технических наук, профессор Ю. П. Назаров. Основной разработкой фирмы является система автоматизированного строительного проектирования СТАРКОН, состоящая из нескольких компонентов, предназначенных для статического и динамического расчетов произвольных плоских и пространственных конструкций, а также для конструирования строительных элементов (балок, колонн, плит и др.) и узлов:



STARK ES - ПК для расчета конструкций зданий и сооружений на прочность, устойчивость и колебания на основе метода конечных элементов [3];



ПРУСК – пакет программ для расчета и конструирования элементов и узлов строительных конструкций;



СпИн – электронный справочник-калькулятор для строительных проектировщиков и инженеров;



Металл – комплекс для расчета элементов и узлов металлических конструкций;



Одиссей – программа для обработки акселерограмм землетрясений и получения расчетных параметров сейсмических нагрузок.

Основным компонентом системы СТАРКОН является ПК STARK ES, позволяющий

- выполнить статический расчет конструкций (в линейной и нелинейной постановке): оценить усилия, напряжения, перемещения, реакции опор;
  - выполнить расчет на устойчивость;
  - выполнить расчет на собственные и вынужденные колебания;
  - определить необходимое количество арматуры в железобетонных строительных конструкциях;
  - провести расчет на пульсационную составляющую ветровой нагрузки;
  - произвести расчет на сейсмические воздействия
- и многое другое.

Высокое качество продуктов и услуг ООО «Еврософт» подтверждается многолетней практикой и обеспечивает предприятию одно из лидирующих мест среди отечественных производителей программных средств. ПК STARK ES применялся для проектирования строительных

объектов, имеющих большое государственное значение, таких как стадион «Краснодар» (с одновременным пребыванием до тридцати трех тысяч зрителей), морская ледостойкая стационарная нефтедобывающая платформа «Приразломная» (проект ЦКБ «Коралл», г. Севастополь), футбольный стадион «Зенит-Арена» в Санкт-Петербурге (на шестьдесят две тысячи мест; один из самых дорогих футбольных стадионов в мире).

В строительной практике часто возникает необходимость использования нескольких ПК совместно, например, для поверочного расчета конструкций, при переносе модели из графического ПК в расчетный. В этом плане STARK ES довольно "дружелюбен" и может взаимодействовать со следующими расчетными и графическими ПК: ЛИРА-САПР, ArCon, AutoCAD, ArchiCAD и др. Технология совместного использования двух ПК при строительном проектировании позволяет повысить качество проектирования, предотвратить получение неверных результатов расчета конструкций и, как следствие, недостаточно надежных и экономичных решений. Это обеспечивается тем, что объединяются различные возможности двух ПК по расчету при использовании их для проектирования одного и того же объекта; обнаруживаются отличия в результатах; выявляются ошибки.

Отмечу также хорошие интерфейс и справочную систему ПК STARK ES, которые позволили мне достаточно быстро познакомиться с основами работы с этой программой. Результаты проведенных расчетов фермы покрытия были сопоставлены с результатами расчета в ПК ЛИРА-САПР.

В заключение хочется сказать, что у каждого расчетного комплекса есть свои особенности, свои достоинства и недостатки. Поэтому не стоит отдавать предпочтение только одной программе, желательно на практике использовать несколько независимых расчетных ПК (например, STARK ES и ЛИРА-САПР), тем более что благодаря стараниям разработчиков они очень хорошо взаимодействуют друг с другом. Это позволит избежать ошибок и получить наиболее эффективное конструктивное решение.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Назаров Ю. П. Аналитические основы расчета сооружений на сейсмические воздействия. - М.: Наука, 2010. - 468 с.
2. Назаров Ю. П. Расчетные модели сейсмических воздействий. - М.: Наука, 2012. - 413 с.
3. [Электронный ресурс] <http://www.eurosoft.ru/about>

## О НЕОБХОДИМОСТИ УЧЕТА РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГРУНТОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Маслова Г.Ю., студент  
к. т. н., доцент. Маврина С.А.

Многолетний опыт строительства показывает инженерам, что при проектировании зданий и сооружений нельзя не обращать внимания на особенности грунта. Основные проблемы – это возникающие деформации ползучести при сжатии и сдвиге. Учет сдвиговых деформаций ползучести особенно важен для сооружений, воспринимающих значительные горизонтальные нагрузки от веса грунта и воды. Возникающие в основании таких "подпорных" сооружений касательные напряжения с течением времени могут привести к развитию и накоплению деформаций ползучести. Известны длительные смещения подпорных стен, набережных со скоростью до 1 см/год, так что за несколько десятков лет смещения достигали 50...80 см. Аналогично могут развиваться деформации грунтов откосов и склонов [1].

**Цель данной работы** – обоснование учета деформации ползучести при строительстве в Нижегородской и Владимирской областях.

Основные явления, определяющие реологические свойства грунтов, – ползучесть, релаксация и длительная прочность. Ползучестью называется процесс изменения деформаций ( $\epsilon$ ) во времени ( $t$ ) при действии на грунт постоянного напряжения ( $\sigma = \text{const}$ ):  $\epsilon = f(t \rightarrow \infty \text{ и } \sigma = \text{const})$  [1].

Релаксация – уменьшение напряжений в грунте при некоторой фиксированной деформации. Длительная прочность – прочность грунта при длительном действии нагрузки.

При изучении реологических свойств грунтов выявлены случаи аварийного деформирования сооружений после некоторого, иногда длительного периода их нормальной работы. При этом сооружения были запроектированы со значительными коэффициентами запаса.

Деформирование грунта всегда связано с взаимными смещениями частиц, развитием процессов разрушения одних связей между ними и возникновением других. В зависимости от преобладания того или иного процесса изменяется характер деформирования во времени.

Известно, что каждому состоянию грунта соответствует какая-то предельная скорость распространения деформации, которая, как правило,

всегда ниже той скорости, с которой может по объему грунта распространяться волна напряжения. Поэтому при быстрых нагрузках развитие деформации всегда отстает от соответствующего изменения напряженного состояния. Это обстоятельство указывает на необходимость учета фактора времени при рассмотрении процесса деформирования грунтов.

После приложения к грунтам нагрузок статистическое равновесное состояние устанавливается не сразу, а лишь после длительного времени, в течение которого деформация продолжает расти. Причиной такого аномального поведения служит сложная природа грунта и главным образом его дисперсность. Наличие влаги создает дополнительные затруднения взаимоперемещению частиц, в результате чего оно происходит относительно медленно.

Учет ползучести обуславливает изучение работы конструкций за пределами упругости, когда закон Гука (линейная зависимость между напряжениями и деформациями) уже не работает. В этом случае необходимо предварительно сформулировать критерии перехода от упругого состояния к упруго-пластическому и сформулировать новые физические уравнения взамен закона Гука.

Для выполнения практических расчетов наибольшее распространение нашла гипотеза энергии формоизменения, согласно которой переход из упругого состояния в пластическое происходит в случае, когда интенсивность нормальных напряжений  $\sigma_i$  достигает предела текучести, именно:  $\sigma_i = \sigma_T$ . Интенсивность нормальных напряжений выражается через компоненты тензора напряжений:

$$\sigma_i = \frac{\sqrt{2}}{2} \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2 + 6(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2)}.$$

Вторым положением, на котором базируется деформационная теория пластичности, является условие, что изменение объема  $e$  остается упругим:  $e = \varepsilon_x + \varepsilon_y + \varepsilon_z$ . Здесь  $\varepsilon_i$  – деформации по соответствующим направлениям.

Наиважнейшая характеристика грунта – его сопротивляемость. Она показывает, насколько большое давление способен выдерживать грунт на единицу площади. Это в свою очередь зависит от состава грунта. Его сопротивляемость может изменяться при промерзании, намокании, вибрации и т.п. Если грунт устойчив к изменениям внешних факторов, то он является прочным и надежным основанием для строительства зданий.



Анализ грунтов Владимирской и Нижегородской областей [2]- [4] показывает, что в пределах Владимирской области выделяют подзолистые почвы, дерновые почвы, бурые грунты. В Нижегородской области преобладают почвы, характерные для ее природных зон – подзолистые, серые лесные, черноземы. Характерной особенностью этих областей является повышенная влажность, результатом становится прохождение излишней влаги через поверхностный земляной слой в грунте. Поэтому строительство на таких грунтах как глины, суглинков, супесь усложняется из-за резкого снижения сопротивляемости вследствие увлажнения или промерзания.

Торфяники – грунты органического происхождения, характеризующиеся высокой влажностью и пористостью на порядок более высокой, чем у минеральных грунтов. Торфяники также характерны как для Владимирской, так и для Нижегородской области. Торфяные грунты не обладают достаточной сопротивляемостью. Однако при близком расположении к поверхности материкового грунта, строительство на торфяниках возможно.

Выполненный анализ грунтов Владимирской и Нижегородской областей показывает, что строительство в этих областях без учета реологических свойств грунта просто невозможно, так как в этих областях преобладают грунты с плохой сопротивляемостью. Строительство начинается с грунтов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Н. Н. Бунина, Г. И. Бункина, М. М. Гришина. Основания и фундаменты. – М.: Государственное издательство литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам, 1958. – 58с.
2. Почвы Горьковской области. – Горький: Волго-Вятское кн. изд во, 1978.
3. Природа Горьковской области. – Горький: Волго-Вятское кн. изд-во, 1974.
4. Природные ресурсы и природопользование Волго-Вятского региона. Межвуз. сб. науч. трудов. – Горький, ГГПИ им. М. Горького, 1983.

## К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПОЛОЖЕНИЯ ЛИНИИ РАЗДЕЛА МАТЕРИАЛОВ ДВУХСЛОЙНОЙ БАЛКИ

Медведев Е.К., студент  
к.т.н., доцент С.А. Маврина

В данной работе приводится методика определения положения линии раздела двух материалов композитной балки. В качестве материалов рассматривается двухслойный материал, состоящий из древесины и листовой стали. Расчет положения линии раздела двух материалов проведен на основе теории изгиба [1]. Автором доказано, что, зная расчетные сопротивления  $R_i$  и модули упругости  $E_i$  исследуемых материалов, можно определить положение линии раздела относительно параметра заданной высоты поперечного сечения  $h$  двухслойной балки.

При расчетах введены параметры, учитывающие соотношение высот поперечных сечений исследуемых материалов балки, модулей упругости и расчетных сопротивлений. Эти параметры определяются следующим образом:

$$k = \frac{h_2}{h_1}, \quad n = \frac{E_2}{E_1}, \quad p = \frac{R_1}{R_2} \quad (1)$$

С учетом формул (1) в итоге получены формулы (2) и (3) для вычисления положения линии раздела двух материалов:

$$\left\{ \begin{array}{l} k \geq \frac{n(p-1) + \sqrt{n(1-n)(np^2-1)}}{n(1-pn)}, \end{array} \right. \quad (2)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} k \leq \frac{n(1-p) + \sqrt{n(1-n)(np^2-1)}}{n(pn-1)}, \end{array} \right. \quad (3)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} k > 0, \end{array} \right. \quad (4)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} k \geq \frac{-1 + \sqrt{1-n}}{n}, \end{array} \right. \quad (5)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} k \leq \frac{-1 - \sqrt{1-n}}{n}. \end{array} \right. \quad (6)$$

Формулы (4) - (6) используются для проверки вычисления по формулам (2) и (3). Так же перед вычислением необходимо проверить условия в виде (7) и (8) (приведены далее). Система (7) необходима для вычисления положения линии раздела материалов по формуле (2). Система (8) необходима для вычисления положения линии раздела материалов по

формуле (3). Формула (3) применяется для сечения, составленного из двух однородных материалов, но отличающихся по характеристикам, таким как расчетное сопротивление, модуль упругости и т.п.

$$\left\{ \begin{array}{l} n > 0 \text{ (по условию),} \\ n < 1 \text{ (по условию),} \\ np^2 < 1, \\ pn > 1, \\ p > 1 \text{ (по условию),} \\ p^2n^2 - 2pn + 2 - n \leq 0. \end{array} \right. \quad (7)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} n > 0 \text{ (по условию),} \\ n < 1 \text{ (по условию),} \\ np^2 > 1, \\ pn < 1, \\ p > 1 \text{ (по условию),} \\ p^2n^2 - 2pn + 1 \geq 0. \end{array} \right. \quad (8)$$

Непосредственно в данной работе при рассмотрении поперечного сечения двухслойной балки использована формула (2). В качестве расчетных сочетаний были выбраны конкретные материалы: углеродистая горячекатаная сталь (марки: Ст2 – Ст6); породы древесины: дуб, сосна. Значения физических параметров материалов были приняты в соответствии с [2, с. 324-325].

#### **Марки стали по ГОСТ 380-2005:**

Ст2: R1 = 140 МПа, E1 ∈ [190000 МПа; 210000 МПа] с шагом 5000 МПа;

Ст3: R1 = 150 МПа, E1 ∈ [190000 МПа; 210000 МПа] с шагом 5000 МПа;

Ст4: R1 = 170 МПа, E1 ∈ [190000 МПа; 210000 МПа] с шагом 5000 МПа;

Ст5: R1 = 200 МПа, E1 ∈ [190000 МПа; 210000 МПа] с шагом 5000 МПа;

Ст6: R1 = 230 МПа, E1 ∈ [190000 МПа; 210000 МПа] с шагом 5000 МПа.

#### **Породы древесины по СНиП II 23 – 81\*:**

##### **Дуб**

1 сорт: R2 = 18,2 МПа, E1 ∈ [10000 МПа; 11000 МПа] с шагом 5000 МПа;

2 сорт: R2 = 16,9 МПа, E1 ∈ [10000 МПа; 11000 МПа] с шагом 5000 МПа;

3 сорт: R2 = 11,1 МПа, E1 ∈ [10000 МПа; 11000 МПа] с шагом 5000 МПа.

##### **Сосна**

1 сорт: R2 = 14 МПа, E1 ∈ [9000 МПа; 11000 МПа] с шагом 5000 МПа;

2 сорт: R2 = 13 МПа, E1 ∈ [9000 МПа; 11000 МПа] с шагом 5000 МПа;

3 сорт: R2 = 8,5 МПа, E1 ∈ [9000 МПа; 11000 МПа] с шагом 5000 МПа.

Численный расчет двухслойной балки выполнен на основе сочетаний значений листовой стали и древесины на базе программного комплекса Microsoft Excel 2013. Ниже приведена таблица 1, которая содержит часть полученных результатов. Графики, представленные на рис.1, показывают тенденцию изменения геометрических характеристик каждого из материалов для конкретного сечения.

Таблица 1

Результаты											
Стали			Древесина				n	p	k	h <sub>1</sub> , %H	h <sub>2</sub> , %H
Марка	(1) E <sub>t</sub> , МПа	(A) E <sub>t</sub> , МПа	Порода	Сорт	(1) E <sub>2</sub> , МПа	(a) E <sub>2</sub> , МПа					
Ст 2	140	190000	Дуб	I	18,2	10000	0,053	7,692	21,611	4,423	95,577
	140	190000			18,2	10500	0,055	7,692	22,477	4,260	95,740
	140	190000			18,2	11000	0,058	7,692	23,393	4,100	95,900
	140	190000		II	16,9	10000	0,053	8,284	25,072	3,836	96,164
	140	190000			16,9	10500	0,055	8,284	26,177	3,680	96,320
	140	190000			16,9	11000	0,058	8,284	27,363	3,526	96,474
	140	190000		III	11,05	10000	0,053	12,670	69,779	1,413	98,587
	140	190000			11,05	10500	0,055	12,670	77,608	1,272	98,728
	140	190000			11,05	11000	0,058	12,670	87,382	1,131	98,869
Ст 3	150	200000	Сосна	I	14	9000	0,045	10,714	36,915	2,637	97,363
	150	200000			14	9500	0,048	10,714	39,024	2,498	97,502
	150	200000			14	10000	0,050	10,714	41,363	2,361	97,639
	150	200000			14	10500	0,053	10,714	43,975	2,223	97,777
	150	200000			14	11000	0,055	10,714	46,917	2,087	97,913
	150	200000			II	13	9000	0,045	11,538	43,327	2,256
	150	200000		13		9500	0,048	11,538	46,182	2,119	97,881
	150	200000		13		10000	0,050	11,538	49,413	1,984	98,016
	150	200000		13		10500	0,053	11,538	53,105	1,848	98,152
	150	200000		13		11000	0,055	11,538	57,367	1,713	98,287
	150	200000		III		8,5	9000	0,045	17,647	161,577	0,615
	150	200000			8,5	9500	0,048	17,647	205,716	0,484	99,516
	150	200000			8,5	10000	0,050	17,647	282,929	0,352	99,648
	150	200000			8,5	10500	0,053	17,647	452,758	0,220	99,780
	150	200000			8,5	11000	0,055	17,647	1131,984	0,088	99,912

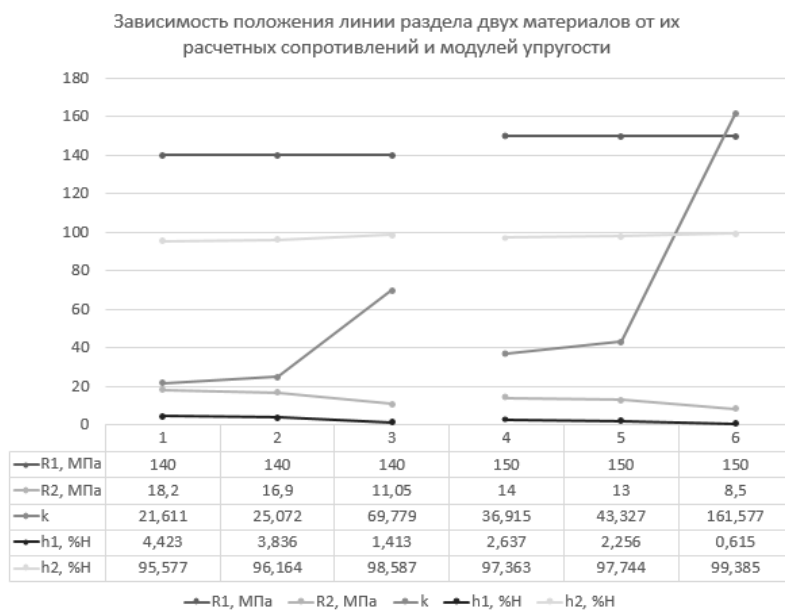


Рис. 1. Изменение геометрических характеристик

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. С. Тимошенко, Дж. Гере. Механика материалов. Пер. с англ. – М.: Мир, 1976. – 670 с.
2. В. Сидоров. Лекции по сопротивлению материалов и теории упругости. – М.: Изд-во Ген. штаба ВС РФ. – 2002. – 352 с. ISBN 5-94377-008-9

## О РАСЧЕТЕ ФАХВЕРКОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Нестеров В.В., Бидзиля С.А., студенты  
*к.т.н., доцент Кондратьева Л.Е.*

История строительной конструкции, называемой сейчас фахверком, исчисляется тысячелетиями: самым древним известным зданием деревянной каркасной конструкции является японский храм, построенный более 1300 лет назад. В Европе фахверк появился в пятнадцатом веке в Германии, где каркасное строительство и сейчас пользуется большой популярностью (термин «фахверк» происходит от немецкого «fachwerk», что означает «панельное сооружение») (рис. 1) [1].



Рис. 1. Дома в стиле «немецкий фахверк»

В Россию фахверк пришел стараниями Петра I, который во время своих известных походов и путешествий по нормандским странам, в частности Голландии и Германии, был впечатлен потрясающей архитектурой тех мест. По приезде в Россию император приказал построить здание, полностью соответствующее архитектурным канонам фахверка, - это здание Адмиралтейства в Петербурге; конечно, сейчас,

после огромного количества реконструкций и изменений, это здание фахверковым назвать уже сложно. Однако тогда этот стиль в России не прижился. Сейчас же можно говорить о моде на фахверковые дома в нашей стране. В Москве, например, планируется постройка целого комплекса домов в этом красивом и оригинальном стиле.

Фахверк представляет собой пространственную конструкцию, где несущей основой является секция из наклонных (вообще, под разными углами) балок; этот каркас дома не скрывается (выносится наружу) и выглядит как элемент отделки. В средневековой Европе пространство между элементами каркаса заполнялось чем угодно - глиной, соломой, иногда даже строительным мусором, а получившиеся панели выравнивались и покрывались штукатуркой. Традиционно межкаркасные панели окрашивали в белый цвет, а элементы каркаса – в различные оттенки коричневого цвета (от золотисто-медового до почти черного); именно дома с таким цветовым решением (а не все деревянные каркасные конструкции) обычно относят к зданиям в стиле фахверк. Научно-технический прогресс позволил использовать в фахверковых домах каркасы из клееного бруса, что дает возможность создавать более сложные архитектурные формы [2].

К основным достоинствам фахверкового дома, как и любой другой деревянной каркасной конструкции, специалисты относят быстроту и простоту сборки (деревянный каркас двухэтажного дома вполне возможно собрать за три недели). Кроме этого, фахверковые дома не отсыревают в период осенне-весенних дождей и не промерзают зимой (фахверковые дома строят даже в зоне вечной мерзлоты). Сэндвич-панели с качественным утеплителем толщиной 0,2 м. по способности удерживать тепло сопоставимы с кирпичной стеной толщиной 2 м., что позволяет экономить, в частности, при обогреве таких домов.

К существенным недостаткам домов, возведенных по данной технологии, следует отнести малый срок службы. Большая часть материалов, используемых при строительстве, достаточно долговечна, но возникают проблемы с утеплителем, срок годности которого - не более двадцати пяти лет. А замена утеплителя требует разборки фасадной обшивки и демонтажа каркаса [3].

Первый этап в расчете сооружения - формирование его расчетной схемы. Мы использовали расчетную схему фахверка в виде пространственной стержневой (пластинчато-стержневой) системы. В



качестве объекта расчета выбран двухэтажный жилой фахверковый дом (рис.2). Размеры здания в осях составляют 10,35 м. х 7,5м., шаг колонн - 2,3 м., пролет - 2,5 м.; высота первого этажа – 3,2 м.; сечение колонн – 300 х 300. Материалом для колонн служит качественно высушенная древесина сосновых пород. Этот этап работы оказался достаточно трудоемким, так как необходимые для создания расчетной схемы данные собирались из разных источников, кроме того, некоторую информацию отыскать было непросто.



Рис. 2. Фахверковый жилой дом

Следующий этап работы – назначение нагрузок и расчет, который планируется выполнить при помощи расчетного программного комплекса ЛИРА.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гавриков Д. С. Терминологическое уточнение понятия «фахверк» // В мире научных открытий. - Красноярск: Научно-инновационный центр, 2010. - № 6.3 (12). - С. 115-117
2. Гутнов А. Э., Глазычев В. Л. Мир Архитектуры. – М.: «Молодая гвардия», 1990. – 351 с.
3. Баскаева Н. И. Фахверк: технология с 700-летней историей // Деревообрабатывающая промышленность. – М., 2012. – № 4. – С. 53–55
4. [Электронный ресурс]  
[https://go.mail.ru/search\\_images?fm=1frm=web#urlhash](https://go.mail.ru/search_images?fm=1frm=web#urlhash)

## РАСЧЕТ ЛЕСТНИЦЫ НА ЖЕСТКОСТЬ И ПРОЧНОСТЬ

Шевченко В.А., Кузнецова М.С., Руденко В.О., студенты  
к.т.н., доцент Маврина С.А.

Лестницей называется архитектурный элемент, основная функция которого – обеспечение вертикальных связей между соседними уровнями.

Лестницы появились во времена палеолита. Чтобы обезопасить себя от хищников, пещеры выбирались на некоторой высоте. Для подъема на высоту делались специальные ниши-полочки, которые затем постепенно и трансформировались в классическую лестницу. В течение длительного периода лестничная конструкция совершенствовалась и претерпевала изменения. За все время существования лестницы придумано множество её типов и видов: наружные и внутренние; прямые и винтовые; на тетивах, косоурах и больцах; веревочные, приставные и монолитные; выдвигаемые, стационарные и складные и так далее.

Какую бы вы не выбрали лестницу, любая из них состоит из ступеней и основания. Основание – это главная составляющая лестничной конструкции, которая несет на себе основную нагрузку. Основания лестниц в зависимости от конструктивных нюансов разделяют на такие типы: на обсадной трубе, на тетивах, на косоурах, на больцах.

Косоур – это несущий элемент лестницы, наклонная балка, на которую сверху укладываются лестничные ступени. Косоуры бывают металлические, деревянные, железобетонные.

Лестничный марш – ряд ступеней, опирающийся на наклонные плиты или ребра. Оптимальное количество в марше – от трех до восемнадцати штук. Почему именно такое число? Это результат многочисленных подсчетов специалистами, где включена биомеханика ходьбы человека, угол наклона, расход энергии и другие показатели.

Помимо архитектурной выразительности и функциональности лестница должна быть прочной и надежной. **Целью данной работы** является проверка на прочность и жесткость металлических балок-косоуров лестничных маршей, находящихся во втором учебном корпусе ВлГУ (см. рис.1).



### Подсчет нагрузок (см. [1])

Анализ исследуемых лестничных маршей показал, что балкой- косоуром является швеллер №24. Косоур выполнен из стали Ст3пс5 (по ГОСТ 2772-88, соответствует стали для строительных конструкций с расчетным сопротивлением  $R=240$  МПа).



Рис. 1. Лестничный марш

Особенность расчета косоура в том, что он представляет собой не горизонтальную балку, а балку, наклоненную к горизонтали под некоторым углом. Это означает, что в поперечных сечениях косоуров будут действовать не только поперечные силы и изгибающие моменты, но и продольные силы.

В соответствии с [2] коэффициенты надежности принимаем  $\gamma_{f1} = 1,2$ ,  $\gamma_{f2} = 1,2$ . Постоянная нагрузка от ступеней, перил и косоуров  $p_{1n} = 3$  кН на  $1 \text{ м}^2$  лестницы, временная нагрузка от людей  $p_{2n} = 4$  кН на  $1 \text{ м}^2$ .

Нагрузка на каждый из двух косоуров собирается с полосы шириной  $b/4$ . Полная вертикальная нагрузка на 1 м длины косоура составляет:

#### Нормативная

$$q_n = (p_{1n} + p_{2n}) \frac{b}{4} \cos \alpha = (3 + 4) \frac{2,5}{4} \cos 26^\circ 57' = 3,91 \text{ кН/м.}$$

$$\text{Расчетная } Tq = (p_{1n} \gamma_{f1} + p_{2n} \gamma_{f2}) \frac{b}{4} \cos \alpha =$$

$$= (3 \cdot 1,2 + 4 \cdot 1,2) \frac{2,5}{4} \cos 26^\circ 57' = 4,7 \text{ кН/м; } \alpha = \arctg \frac{1}{2} = 26^\circ 57'.$$

#### Расчет на прочность

Вычислим составляющие расчетной нагрузки, направленные соответственно вдоль оси косоура ( $q_z$ ) и нормально к оси ( $q_y$ ):

$$q_z = q \sin 26^\circ 57' = 2,1 \text{ кН/м; } q_y = q \cos 26^\circ 57' = 4,2 \text{ кН/м.}$$

Опасным является сечение в середине пролета длиной

$$l = \frac{d}{\cos \alpha} = \frac{3}{\cos 26^\circ 57'} = 3,35 \text{ м, где изгибающий момент равен}$$

$$M_{max} = \frac{q_y l^2}{8} = \frac{4,2 \cdot 3,35^2}{8} = 5,9 \text{ кН/м.}$$

Продольная сила в этом сечении

$$N = q_z \frac{l}{2} = 2,1 \frac{3,35}{2} = 3,5 \text{ кН},$$

где  $q_z l/2$  – равнодействующая осевой нагрузки, распределенной по правой половине пролета косоура.

Согласно [3] швеллер №24 имеет следующие геометрические характеристики:  $A=30,6 \text{ см}^2$ ;  $W_x=242 \text{ см}^3$ ;  $J_x=2900 \text{ см}^4$ .

Наибольшие напряжения сжатия при  $\gamma_c = 1$ :

$$\begin{aligned} \sigma_{max} &= \frac{N}{A} + \frac{M_{max}}{W_x} = \frac{3,5 \cdot 10^3}{30,6 \cdot 10^{-4}} + \frac{5,9 \cdot 10^3}{242 \cdot 10^{-6}} = 25,16 \cdot 10^6 \text{ Па} = \\ &= 25,52 \text{ МПа} < R = 240 \text{ МПа}, \end{aligned}$$

т. е. прочность косоура обеспечена с существенным запасом.

#### ***Расчет на жесткость***

Интенсивность нормативной равномерно распределенной нагрузки, нормальной к оси косоура, определим соотношением

$$q_{yn} = q_n \cos 26^\circ 57' = 3,91 \cos 26^\circ 57' = 3,5 \text{ кН/м}$$

Наибольший относительный прогиб при модуле упругости (модуль Юнга)  $E = 206 \cdot 10^9 \text{ Па}$  вычислим, используя таблицы прогибов:

$$\frac{|f|}{l} = \frac{5}{384} \frac{q_{yn} l^3}{E J_x} = \frac{5}{384} \frac{3,5 \cdot 3,35^3}{206 \cdot 10^9 \cdot 2900} = 0,000002868.$$

Таким образом, косоур имеет минимально допустимую жесткость.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Михайлов А. М. Сопротивление материалов: учебник для студ. высш. учеб. заведений / А. М. Михайлов. – М.: Издательский центр «Академия», 2009. – 448 с. ISBN 978-5-7695-2697-8
2. СП 20.13330.2011. Нагрузки и воздействия.
3. ГОСТ 8240-97. Швеллеры стальные горячекатаные.

## ОБЗОР МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ МОМЕНТОВ, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ ПРОКЛАДКЕ ТРУБ

Шендереев Д.В., студент  
к.т.н., доцент Маврина С. А.

В данной работе представлен обзор методов расчета нормальных напряжений, возникающих при действии давления на подземный трубопровод. Существует несколько приближённых методов расчета возникающих нормальных напряжений.

**Метод двух сил.** В данном методе любая нагрузка на трубу приводится к двум вертикальным полосовым нагрузкам, а для кольца единичной ширины – к двум сосредоточенным силам (см. рис. 1) [1]. Главным недостатком этого метода является то, что две сосредоточенные силы не отражают реального воздействия на подземный трубопровод.

В упругой стадии работы трубы:

$$P = \frac{M_{\text{макс}} Q}{0,318} = \beta_y Q,$$

где  $M_{\text{макс}}$  – числовой коэффициент;  $Q$  – расчетная нагрузка на трубу;  $\beta_y$  – коэффициент приведения нагрузки в упругой стадии работы трубы. Все числовые коэффициенты принимаются по специальным таблицам, приведенным, в частности, в [1].

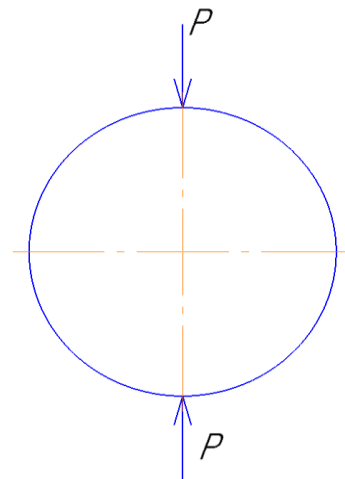


Рис. 1. Расчетная схема метода двух сил

В стадии предельного равновесия:

$$P_{\text{экв}} = \frac{M_{\text{пр}} Q}{0,25} = \beta_{\text{пр}} Q,$$

где  $M_{\text{пр}}$  – числовой коэффициент;  $\beta_{\text{пр}}$  – коэффициент приведения нагрузки в предельной стадии работы трубы.



К недостаткам этого метода можно отнести то, что величину безотпорной зоны необходимо уточнять. Безотпорная зона трубы – это сектор кольца трубы В-В', радиальные перемещения которого направлены к центру кольца.

Более точным методом является *метод расчета Л.М. Емельянова* [4, 5]. В данном методе грунт, окружающий трубу, рассматривается как винклеровская упругая среда с двумя характеристиками.

При действии нагрузки, показанной на рис. 3, величина максимального изгибающего момента оказалось равной:

$$M = qr^2 \left[ \frac{9\cos(2\varphi)}{8(9+u^2)} - \frac{6}{n} \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos n\varphi \right],$$

где 
$$a_n = \frac{(n^2 - 1)\sin(0,5\pi n)}{n(n^2 - 4)[(n^2 - 1)^2 + u^2]}.$$

В записанном выражении изгибающего момента:

$u^2$  – главный параметр подземной трубы, вычисляется как  $1 + kr^4/EJ$ ;

$n$  – число полуволн изгиба контура кольца при потере устойчивости;

$2\varphi$  – величина безотпорной зоны [4]. Параметр  $k$  вычисляется по формуле:

$$k = 4 \frac{n^2 - 1}{n} \frac{(1 - u_0) G_0}{(3 - 4u_0) r},$$

где  $r$  – радиус кольца,  $G_0$  – модуль сдвига упругой среды,  $u_0$  – коэффициент Пуассона для грунта.

Таким образом, используя расчётные формулы, можно вычислить момент, возникающий в безотпорной части трубы, а затем и максимальное нормальное напряжение, необходимое для расчета на прочность.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Клейн Г.К. Расчет подземных трубопроводов. М., 1957. – 84 с.
2. Клейн Г.К. Расчет труб, уложенных в земле. М., 1957. – 142 с.
3. Бодров Б.П., Матэри Б.Ф. Кольцо в упругой среде – Бюллетень Метропроекта. – 1936, №24.
4. Емельянов Л.М. О расчете тонкостенных труб, заложенных в землю. – Гидротехника и мелиорация. 1952. – 227 с.
5. Емельянов Л.М. О расчете подземных гибких труб. – Строительная механика и расчет сооружений. 1961. – 193 с.

**КАФЕДРА «СТРОИТЕЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО»**

## ПРОБЛЕМЫ В СИСТЕМАХ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ

Клещевич Н.О., студент  
*к.т.н., доцент Семенов А.С.*

Жилой дом, место работы и отдыха должно быть комфортным. Необходимое условие – постоянный приток в помещение свежего воздуха и удаление воздуха отработанного. Вентиляционная система играет важнейшую роль в создании комфортного микроклимата в наших домах. Но допущенные ошибки и просчеты при создании вентиляционной системы, использование не самого подходящего оборудования и материалов, делают вентиляцию в наших квартирах источником шумового воздействия, вызывающего серьезный дискомфорт.

Система с рекуператором тепла, основанная на естественных процессах. Эта система работает по принципу, похожему на дыхание через шарф, когда влага и тепло воздуха при выдохе отдаётся шарфу, а во время выдоха происходит возврат вдыхаемого воздуха. Это позволяет осуществлять не только теплообмен, но и массообмен. В инновационной вентиляционной системе вместо шарфа используется регенератор, а роль лёгких выполняет вентилятор. Такая установка в отличие от других распространённых вентиляционных систем подаёт свежий подогретый воздух при любой погоде. Но при этом системе не требуется на подогрев ни тепловой, ни электрической энергии. В установке есть специальные воздушные фильтры, удерживающие микрочастицы пыли, благодаря чему они не попадают в воздух. Кроме этого, в установке предусмотрен теплообменник, предназначенный для подогрева приточного воздуха, а также реверсивный энергоэффективный вентилятор [1].

Люди нацелены на максимальную экономию энергоресурсов и устанавливают крыши, стены с высокой степенью теплоизоляции, а двери и окна комплектуют уплотнителем. Помещение, отделанное современными материалами, оказывается герметичным, из-за этого функции вентиляционных каналов нарушаются. Воздух в помещении в этом случае становится затхлым, появляется грибок и плесень [3].



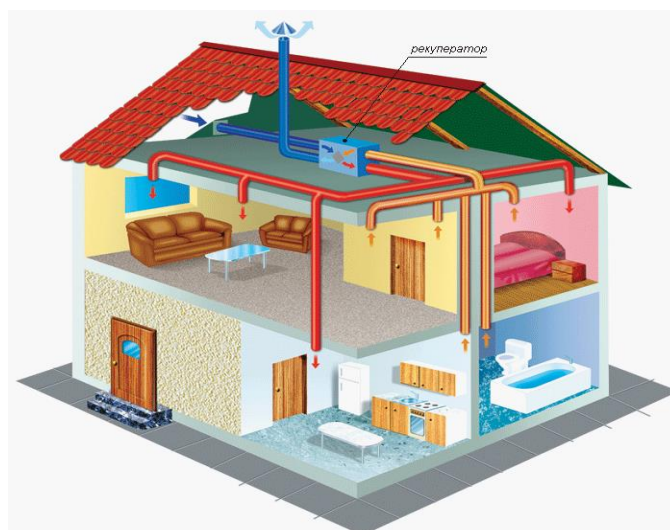


Рис. 1. Система с рекуператором тепла

Рекуператоры ПРАНА. Вентиляция помещений происходит за счет того, что приточно-вытяжная система вентиляции Прана принудительно забирает теплый отработанный воздух из помещения и «выбрасывает» его на улицу, одновременно с тем принудительно забирает с улицы холодный свежий воздух и подает его в помещение. При этом эти воздушные потоки разделены как внутри рабочего модуля, так и на «входе-выходе» и не перемешиваются между собой. За счет прохождения воздушных потоков через систему медных теплообменников, расположенных внутри рабочего модуля, теплый вытяжной воздух отдает свое тепло холодному приточному. Данное вентиляционное оборудование позволяет достичь коэффициент утилизации тепла до 78 % [2].

Тканевые воздуховоды. Применение тканевых воздуховодов дает возможность найти чрезвычайно экономичное решение для многих проблем, возникающих в воздухораспределительных системах на предприятиях сферы обслуживания, в промышленных зданиях, в т. ч. на объектах большой площади. Такие конструкции легко можно демонтировать для очистки и дезинфекции. Не подвержены коррозии, отсутствует появление конденсата [1].

Шум в системе вентиляции. Основным источником шума в механических системах вентиляции является вентиляторная установка, при работе которой возникают два вида шума: аэродинамический и механический.

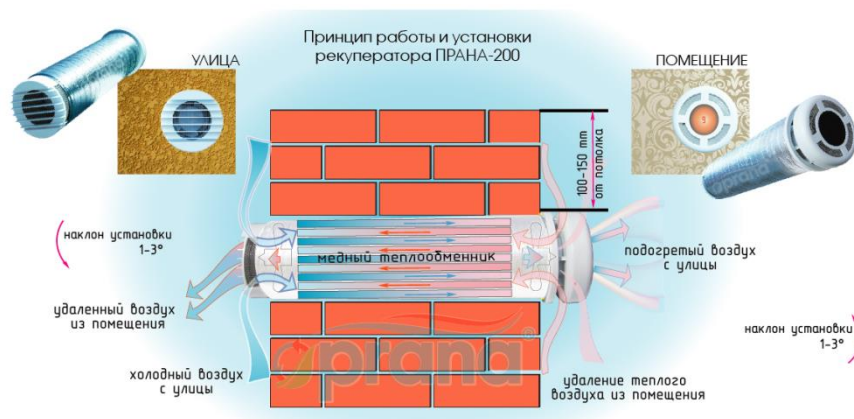


Рис. 2. Рекуператоры ПРАНА

Аэродинамический шум образуется вследствие вихреобразования у лопастей колеса и кожуха вентилятора. Механический шум создается от вибраций колеса, кожуха и электродвигателя. Шум сопровождается вибрацией. Все это отрицательно сказывается на здоровье человека, а также страдают и строительные конструкции [4].

При борьбе с шумом необходимо снижать окружную скорость рабочего колеса, скорость движения воздуха по воздуховодам, а также проводить конструктивные и монтажные мероприятия.

Проводить конструктивные мероприятия: вытяжные венткамеры не располагать над обитаемыми помещениями, внутренние поверхности венткамер покрывать звукопоглощающими материалами (со сквозными порами), устраивать тамбуры или массивные двойные двери в венткамеры, устанавливать в воздуховодах шумоглушители, делать мягкие вставки у вентиляторов, применять виброизолирующие основания.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нимич Г. В. Современные системы кондиционирования и вентиляции воздуха // Учебное пособие. - М.: Оникс, 2011. - 626 с.
2. Краснов В. И. Монтаж систем вентиляции и кондиционирования воздуха // Учебное пособие. - М.: Инфра-М, 2017. - 224 с.
3. Стефанов Е. В. Вентиляция и кондиционирование воздуха // Учебное пособие. - М.: АВОК Северо-Запад, 2009. - 402 с.
4. Каменев П. Н. Вентиляция // Ученое пособие. - М.: АСВ, 2011. – 632 с.

## ГЕРМЕТИЧНОСТЬ ВНУТРЕННИХ ГАЗОПРОВОДОВ ЖИЛЫХ ДОМОВ

Лобанова А.А., студент  
к.т.н., доцент Семенов А.С.

Утечки природного газа в резьбовых соединениях внутридомовой газовой сети стоят на первом месте по числу аварийных заявок и составляют более 40% всех заявок.

В связи с участвовавшими взрывами природного газа в жилых зданиях вопрос о герметичности и герметизации резьбовых соединений наиболее актуален.

Причины разгерметизации резьбовых соединений:

- коррозия резьбовых соединений (может возникать при использовании железного сурика, который усиливает коррозию);
- неправильное применение (нанесение герметизирующих средств);
- неправильный монтаж соединения, при котором произошло повреждение внутреннего уплотнительного кольца/самого герметика;
- неправильный выбор самого герметизирующего средства;
- отсутствие своевременной проверки соединений на утечки.

По СНиП 3.05.02-88\* «ГАЗОСНАБЖЕНИЕ» от 1995г.: «Для уплотнения резьбовых соединений следует применять льняную пряжу по ГОСТ 10330-76, пропитанную свинцовым суриком по ГОСТ 19151-73, замешанным на олифе по ГОСТ 7931-76, а также фторопластовые и другие уплотнительные материалы при наличии на них паспорта или сертификата завода-изготовителя» [1].

На данный момент материалы для уплотнения резьбовых соединений газопроводов никак не регламентируются.

Льняная пряжа, пропитанная свинцовым суриком, замешанным на олифе. Данный способ герметизации устарел, так как существует необходимость профессиональных навыков для обеспечения качественной сборки соединения, больших усилий затяжки фитингов при сборке с опасностью разрушения деталей низкого качества, затруднен демонтаж соединения.

Качество соединения на фум-ленте в значительной степени зависит от качества самой ленты. Фум-лента выдавливается из соединения в момент сборки при малом резьбовом зазоре. Она имеет неудовлетворительную надежность герметизации из-за отсутствия адгезии к уплотняемым поверхностям и свойств хладотекучести фторопласта, а так же низкую надежность уплотнения фитингов с очень грубой поверхностью резьбы из-за разрушения пленки при скрутке [2].

Незатвердевающие пасты - это вид герметика, который является надежным и недорогим способом предотвратить вероятность утечек. Незатвердевающие пасты представляются собой вязкую субстанцию, в основе которого лежат масла, синтетические смолы и наполнители. Преимущества: удобство монтажа; легкость затяжки; защита от коррозии; простой демонтаж системы. При высоком давлении герметизирующий материал постепенно выдавливается из резьбового соединения.

Герметики на основе растворителей этот материал представляет собой высыхающую пасту. Самый простой и логичный способ герметизации резьбовых соединений. Высыхание пасты уже в резьбовом зазоре предотвращает возможность выдавливания пасты из стыка. Смазывание резьбы облегчает монтаж и обеспечивает высокий уровень фиксации. Существует необходимость подтяжки соединения, герметик усаживается при фиксации большого резьбового зазора.

Универсальная уплотнительная нить, пропитанная специальным герметизирующим составом, является самым совершенным методом герметизации резьбовых соединений.

Проверка герметичности соединений приборным методом или обмыливанием должны производиться при техническом обслуживании для обеспечения безопасности при использовании внутридомового и внутриквартирного газового оборудования.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СНиП 3.05.02-88\* «ГАЗОСНАБЖЕНИЕ».
2. Чем лучше уплотнять резьбу? // Регион спецтехно, 08.06.2015 г.
3. <http://glawtruba.ru/operacii-s-trubami/germetizaciya-gazovyx-trub.html>
4. Постановление Правительства РФ от 14 мая 2013 г. № 410 "О мерах по обеспечению безопасности при использовании и содержании внутридомового и внутриквартирного газового оборудования".

## **АВАРИЙНОСТЬ АГНКС И РИСКИ, СВЯЗАННЫЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГАЗОМОТОРНОГО ТОПЛИВА**

Никольский А.В., студент  
*к.т.н., доцент Семенов А.С.*

Автомобильные газонаполнительные станции (АГНКС) осуществляют заправку автотранспорта сжиженным природным газом (метаном).

АГНКС состоит из трех модулей: технологического (очистка, осушка, сжатие газа), операторского (ЭВМ оператора контролирует все параметры и ход заправки), заправочного поста. В сутки одна колонка обеспечивает до 150 заправок. Заправляемый газ: природный газ по ГОСТ 554287.

Работа станции полностью автоматизирована. Система автоматики обеспечивает контроль параметров станции, автоматическое включение и выключение, а так же автоматическое отключение станции при выходе параметров за допустимые пределы.

Система автоматического управления электрооборудованием установки (далее по тексту «система») предназначена для дистанционного и местного управления механизмами установки, а также контроля технологических параметров на базе микропроцессора. Конструктивно система представляет комплект взаимосвязанных кабельными связями устройств, приборов и аппаратов, размещенных в помещении операторской АГНКС, блоке входных кранов и блоке компрессорном. {2}

Следует подчеркнуть, что АГНКС занимают довольно значительную площадь, а их обустройство требует серьезных затрат. По этой причине их, как правило, размещают за пределами городской черты.

Для профилактики аварийных ситуаций на АГНКС сотрудниками станции не реже одного раза в сутки осуществляется наружный осмотр технологических газопроводов и их деталей. При наружном осмотре газопроводов и арматуры должен выполняться следующий комплекс работ: наружный осмотр газопроводов и их деталей, сварных швов, сальниковых уплотнений и фланцевых соединений, включая крепёж, антикоррозионную защиту, изоляцию, дренажные устройства, опорные конструкции и т.п.

Несущие металлоконструкции АГНКС обеспечивают эксплуатацию оборудования станции в климатических условиях с температурой наиболее

холодной пятидневки выше минус 40 °С, при этом теплозащитные свойства ограждающих конструкций обеспечивают сохранение оговорённый в проектных документах тепловой режим при тепловой нагрузке от оборудования и наружных температурах от 45°С до минус 45°С.

Необходимость поставки станции в районы с сейсмичностью до 9 баллов и в районы с температурой холодной пятидневки ниже минус 40°С оговаривается при заказе.

Станция имеет систему коммерческого учёта газа (СКУГ), для управления сетью колонок газозаправочных для заправки газобаллонных автомобилей и иных потребителей сжатым природным газом, а также для ведения коммерческого расчёта с потребителями за отпущенный газ.

В состав АГНКС входят колонки газозаправочные КЗГ (далее колонка). Колонка изготавливается в климатическом исполнении УХЛ, категория размещения "Г" по ГОСТ 15150 – 69, для работы при температурах окружающей среды от минус 50 до +50 °С и относительной влажности до 100% (дождь) при +35 °С.

По обеспечению надёжности электроснабжения АГНКС – 75 относится ко II категории.

Вопрос «Насколько безопасно использовать газ как топливо автомобиля и что лучше для автомобиля - пропан или метан?». Это один из важных вопросов при принятии решения об установке ГБО. К основным показателям безопасности которого относятся:

1. Температура воспламенения. У бензина пары могут загореться при 170-250 градусах, пропан - 365-450, метан - 536-600 градусов.

Выводы: по данному показателю использование газа безопаснее бензина;

2. Давление в газовом баллоне (показатель взрывоопасности). Этот показатель требует особого внимания. Баллоны авто на метане - высокопрочные (рассчитаны на очень высокое давление), их трудно повредить в ДТП (это плюсы), но они громоздкие и тяжелые (минусы). Баллоны для пропана более уязвимые и нуждаются в регулярном контроле;

3. Экологическая безопасность - выхлоп в несколько раз чище, чем у бензинового двигателя (метан - абсолютная безопасность).

Для безопасного использования метана на транспорте необходимо соблюдать несложные правила безопасности:

1. Перед поездкой проверить герметичность соединений.

2. Проверить надежность крепления баллона для газа и трубопроводов к нему.

3. Регулярно проходить освидетельствование газового оборудования.

В целом практика показывает, что, несмотря на кажущуюся опасность, газомоторное топливо имеет малый процент аварийности.

Это обусловлено таким преимуществом метана, как его безопасность по сравнению с продуктами нефтепереработки.

В отличие от бензина метан при утечке не способен осесть и образовать взрывоопасную концентрацию, потому что природный газ в два раза легче воздуха.

Использование газобаллонного автомобиля считается более опасным по сравнению с бензиновым или дизельным. Взрывоопасный метан хранится в газовых баллонах под давлением в 200-250 атмосфер, а сжиженный пропан-бутан — под давлением в 16-20 атмосфер.

При небольшой утечке в системе подачи из-за высокой летучести метана или пропан-бутана вероятность возгорания на открытом воздухе достаточно мала, однако при серьезном повреждении газовых баллонов, например, в дорожно-транспортном происшествии, может произойти мощный взрыв.

Поэтому к автомобилям с газобаллонным оборудованием предъявляются дополнительные требования по безопасности дорожного движения и обслуживанию.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 554287 Газы горючие природные для промышленного и коммунально-бытового назначения.
2. ГОСТ15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия.
3. Журнал «Газовая промышленность» №788, 2016.
4. Журнал «Газовая промышленность» № 803 2016.
5. ВРД 39-2.5-082-2003 Правила технической эксплуатации автомобильных газонаполнительных компрессорных станций.
6. Ионин А.Ф. «Газоснабжение»// Учебное пособие. — М.: Инфра-М, 2015.— 97 с.

## АММОНИТЫ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЧЕТВЕРТИЧНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ

Основина Т.В., студент  
*к.т.н., профессор Закревская Л.В.*

Аммониты – [по имени древнеегипетского бога Амона (гр. Аттопот), изображавшегося в виде барана с закрученными рогами; напоминают спиралеобразные раковины моллюсков] – ископаемые морские головоногие моллюски, жившие с девонского по меловой период. Раковины аммониты чаще всего встречаются в отложениях юры – мела.[1]



Рис. 1. Аммониты

Живые организмы оказывают существенное влияние на процессы аутигенного минералообразования, что обусловлено, с одной стороны, их способностью менять вокруг себя геохимические параметры среды, с другой – фиксировать в клеточных тканях определенные группы рассеянных химических элементов[2].

Одной из наиболее распространенных форм биогенной минерализации в осадочных породах является процесс пиритизации органических остатков. В его основе лежит биохимический жизненный цикл сульфатредуцирующих бактерий, восстанавливающих сульфат – ионы до сероводорода. Последний при наличии в среде свободных ионов железа и образует пирит. Однако, несмотря на единый биохимический механизм процесса, минерализация различных форм органических



остатков протекает с образованием не похожих друг на друга морфологических типов пиритовых агрегатов. По-видимому, на ход пиритизации сильное влияние оказывают и структурные особенности самих fossilизирующихся фрагментов животных.

Аммониты – индикаторы морских обстановок нормальной солености. На находках аммонитов построены зональные шкалы юрской и меловой систем. Аммониты позволяют проводить удаленные корреляции в пределах палеобиогеографических областей.

Способность окаменевать – главная особенность древних моллюсков. Их желеобразное тело разлагалось, но «домик» из кальция вбирал в свои поры прочие минералы и элементы, сохраняясь миллионы лет.

Внутренние полости раковин тоже замещались. Находят аммонитов, заполненных пиритом – это железная руда золотого цвета. Часть раковин скрывает кристаллы кварца, халцедона. Есть образцы с белеменитом. Благодаря такому содержанию, аммониты приравнены к полудрагоценным камням.

Характеристика аммонитов не лишена и перламутрового блеска, свойственного морским раковинам. Некоторые из них пронесли покрытие через миллионы лет.

Перламутр видно в распилах раковин. Поскольку их нутро привлекательнее и драгоценнее наружного каркаса из кальция, многих аммонитов распиливают и в таком виде продают.

Кроме симметричных раковин аммониты обзаводились «домиками» неправильной формы. Их головоногие начали строить лишь в Меловом периоде геологической истории Земли. Соответственно, сохранилось «неправильных» аммонитов меньше обычных. Поэтому, ценят меловые экземпляры больше, хоть окаменелости и неказисты.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инженерная геология: Учеб. для строит. спец. вузов / В.П. Ананьев, А.Д. Потапов.- 5-е изд., стер.- М.: Высш. шк.,2007.- 575с.:ил.
2. Герасименко Л.М., Гончарова И.В., Жегалло Е.А. и др. Процесс минерализации (фос-фатизации) нитчатых цианобактерий // Литология и полезн. ископаемые. – 1996. – № 2. – С. 208–214.

## СИСТЕМЫ ДЫМОУДАЛЕНИЯ В НАШИ ДНИ

Пискарева М.Н., студент  
к.т.н., доцент Семенов А.С.

В газовом котле, как и в любом другом отопительном приборе, работающем с огнем, при сгорании топлива выделяются газы. По своему химическому составу они очень опасны для человека. Поэтому грамотно обустроенный дымоход для газового котла можно считать необходимым условием его безопасного использования. [1, с. 37]

Для удаления дымовых газов от бытовых газовых котлов с закрытой камерой сгорания применяются коаксиальные и отдельные системы дымоудаления. Они могут использоваться как в индивидуальных, так и в многоквартирных жилых домах.

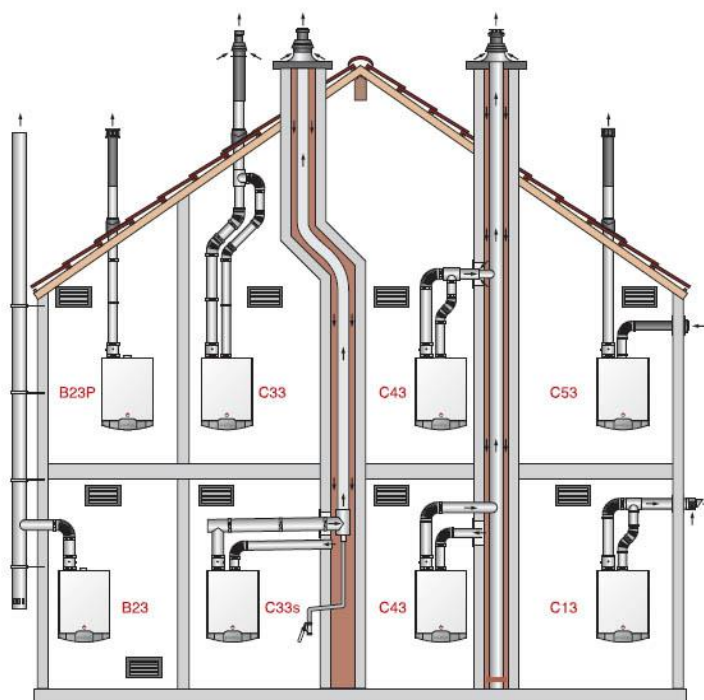


Рис. 1. Различные типы систем дымоудаления  
(B23/B23P-наружный/внутренний дымоход для котла с открытой камерой сгорания, C33, C33s-вертикальный коаксиальный дымоход типа а/б, C43-коллективная совмещенная система дымоудаления, C13-горизонтальная коаксиальная система дымоудаления, C53-раздельная система: подвод воздуха - отвод газов)

Рассмотрим коаксиальные системы дымоотведения. Коаксиальная газовая труба обладает рядом достоинств. Во-первых, это локализация процесса горения, которая осуществляется изолированным подводом и отводом воздуха и продуктов горения, в результате не происходит смешивания кислорода и смесей газов, что увеличивает производительность оборудования.

Также, в процессе поступления к котлу воздух нагревается, что достигается за счет того, что труба, по которой он поступает, подвергается нагреву отходами продуктов горения. Нельзя не брать во внимание тот факт, что сама по себе конструкция дымохода «труба в трубе» имеет меньшие габариты по сравнению с отдельной установкой. При этом, сложность монтажа значительно снижается. [4]

Основной недостаток подобных конструкций заключается в том, что их стоимость в конечном итоге на 20-40% выше, нежели монтаж отдельных систем. Еще одна проблема – концентрическое расположение труб с горячим и холодным воздухом.

Из-за скопления конденсата и его замерзания при минусовой температуре внутри трубы образуется наледь. Борьба с этим можно путем установки дополнительного слива и утепления. Но все это еще больше повысит цену.

Системы отдельного дымоотведения, не смотря на наличие коаксиальных труб очень распространены. В качестве материала для дымовой трубы используют:

- кирпичные прямоугольные с толщиной стенок в один-два слоя (сегодня все чаще встречаются комбинированные, имеющие металлические вставки в стенках);
- сборные из нержавеющей стали, состоящие из многих элементов, в том числе тройников, колен, переходников и прочего (в виде однослойной конструкции или двустенные дымоходы, неутепленные/утепленные);
- керамические системы (их большой минус — большой вес труб, требующих установки специального отдельного фундамента под них);
- полимерные дымоходные системы являются относительной новинкой, использовать их можно для колонок, где температура газов на выходе не превышает 250 °С (бытовые системы, работающие от газа). [1, с. 58]

Рассмотрим подробнее несколько современных типов дымоходов. В последние годы в нашей стране активно продвигаются дымоходы из

керамических труб. Элементы таких дымоходных систем состоят из внутренней шамотной трубы, изоляционного слоя на основе базальтовых пород и внешнего кожуха — легкого пенобетона или нержавеющей стали.

На всевозможных строительных выставках керамические дымоходы представлены очень широко.

Однако только 4% россиян отдают им предпочтение. Производители утверждают, что «обладая всеми преимуществами стальных дымоходов, керамические сэндвичи отличаются высокой надежностью и долговечностью».

Стоимость керамического дымохода на порядок выше, чем металлического, а гарантия на них от 30 лет. [2]

Полимерные дымоходы – это газоплотный полимерный материал, укрепленный стекловолокнами композит, который монтируется в канал существующего дымохода и представляет собой гибкий «рукав», монолитный по всей длине и с гладкой внутренней поверхностью, что позволяет беспрепятственно удалять продукты сгорания низкотемпературных котлов. Использовать такие дымоходы можно как на этапе строительства, так и для ремонта существующих дымоходов без разлома стен. Гарантия на полимерные дымоходы около 30 лет. [3]

Хочется сказать, что к выбору дымоходных труб нужно подходить со всей ответственностью, так как дымоходные трубы выполняют очень важную функцию - отведение отработанных газов из жилых и бытовых помещений.

К ним предъявляются очень высокие требования по пожарной безопасности, строительным нормативам и приобретать их нужно только от известных производителей с наличием необходимых документов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. В. И. Назарова «Современные системы отопления» - РИПОЛ классик, 2011. -320с.
2. <http://avtonomnoeteplo.ru>
3. <http://sdelaikamin.ru>
4. <http://теплогарантдв.рф>

## ДОБАВКИ КАРБОНАТНЫХ ПОРОД В СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Ушакова Н.А., Денисова К.А., студенты  
*к.т.н., профессор Закревская Л.В.*

Карбонаты - многочисленная группа минералов, которые имеют широкое распространение. К минералам класса карбонатов относятся соли угольной кислоты, чаще всего это соли кальция, магния, натрия, меди. Некоторые очень широко распространены в природе, например, кальцит и доломит.

Карбонатные породы принадлежат к наиболее универсальным видам минерального сырья и применяются во многих отраслях народного хозяйства. Наиболее крупные потребители карбонатных пород: промышленность строительных материалов (производство цемента, извести, щебня, штучного и облицовочного камня).

По содержанию оксида кальция золы подразделяются на:

- высококальциевые ( $\text{CaO} > 10\%$ ) (рис.1)
- низкокальциевые ( $\text{CaO} < 10\%$ ) (рис.2)



Рис. 1. Высококальциевые золы

Высококальциевые золы обладают некоторыми вяжущими свойствами и могут применяться для замещения части цемента в бетонах, к которым не предъявляются высокие требования по прочности и долговечности. В этих золах часть  $\text{CaO}$  может находиться в свободном

(пережженном) состоянии, что приводит к неравномерному изменению объема и определенным сложностям при их применении.

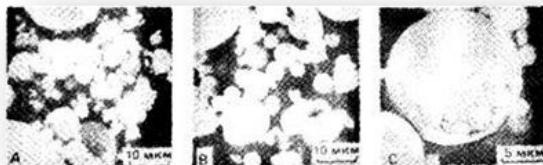


Рис. 2. Низкокальциевые золы

Низкокальциевые вяжущими свойствами не обладают, но в присутствии извести и воды активно участвуют в образовании гидросиликатов и гидроалюминатов кальция – основных структурообразующих компонентов цементного камня. Эти золы на 80% и более состоят из алюмосиликатного стекла, которое предопределяет их пуццоланическую активность. Химическая активность является важным свойством зол, от которого зависит их использование - в качестве самостоятельных вяжущих или как компонента комплексных вяжущих.

Активность образующихся при более высоких температурах аморфных  $\text{SiO}_2$  и  $\text{Al}_2\text{O}_3$  заметно меньше, что объясняется резким снижением удельной поверхности вследствие спекания и кристаллизации новообразований - муллита, кристобаллита [3].

Основным критерием, определяющим способность золы проявлять вяжущие свойства, является наличие кальция в свободном или связанном виде. Наряду с этим используются следующие критерии:

- модуль основности (гидросиликатный модуль)  $M_O$ , который представляет собой отношение суммы основных оксидов к сумме кислотных оксидов:

$$M_O = (\text{CaO} + \text{MgO} + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}) : (\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3);$$

- силикатный (кремнеземистый) модуль  $M_c$ , показывающий отношение оксида кремния, вступающего в реакцию с другими оксидами, к суммарному содержанию оксидов алюминия и железа:

$$M_c = \text{SiO}_2 : (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3);$$

- коэффициент качества, показывающий отношение оксидов, повышающих гидравлическую активность к оксидам, снижающим ее:  $K = (CaO + Al_2O_3 + MgO) : (SiO_2 + TiO_2)$ .

Важным направлением экономии материальных и энергетических ресурсов в строительстве является применение в производстве строительных материалов местного сырья и отходов различных производств. В ряде регионов страны имеются огромные запасы естественной доломитовой муки. При введении их в состав тяжелых бетонов свойства последних улучшаются.

Процесс пропаривания в капсулах из металла, так называемых автоклавах, во время действия высокого давления и температуры называется автоклавной обработкой. В автоклаве происходит химическое взаимодействие между известью и кремнеземом песка с образованием гидросиликатов кальция. Химические процессы, происходящие на разных стадиях производства, можно представить в виде выделения водорода на стадии образования пористой структуры в сырце, образование гидроксидов и гидросиликатов на стадии набора сырцом пластической (транспортной) прочности, образование новых минералов (тоберморита) на стадии автоклавной обработки [2].

Причиной более высокой прочности бетона с карбонатными микронаполнителями, по данным рентгеноструктурного анализа, является то, что при наличии их в твердеющей системе повышается как общее количество цементирующего вещества, так и низкоосновных гидросиликатов кальция. [1] Объясняется это с одной стороны увеличением степени гидратации цемента, а с другой стороны, более глубоким взаимодействием их с кремнеземом песка.

Таким образом, введение в состав ячеистых бетонов карбонатных микронаполнителей с дисперсностью не более 450 м<sup>2</sup>/кг является простым, экономичным и надежным способом повышения долговечности материала. Реализация его возможна практически на любых предприятиях стройиндустрии и связана с незначительными затратами на изготовление и установку расходных бункеров и дозирующих устройств для хранения и дозирования микронаполнителей.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технология бетона. Учебник. Ю.М. Баженов -М.: Изд-во АСВ, 2002 - 500 стр.

2. <http://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-karbonatnyh-dobavok-na-dolgovechnost-yacheistyh-betonov> «Влияние карбонатных добавок на Долговечность ячеистых бетонов» Воробьев А. А. Елфимов В. И.

3. <http://www.studfiles.ru/preview/5854354/page:19>



**КАФЕДРА  
«ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ  
И ГИДРАВЛИКА»**

## **ЗНАЧЕНИЕ И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ И АНТИКОРРОЗИЙНОЙ ЗАЩИТЫ ТРУБОПРОВОДОВ И ОБОРУДОВАНИЯ В СИСТЕМАХ ТГС**

Андреева К.А., Мартынов В.Д., студенты  
*к.т.н., доцент Дорофеев В.Н.*

Экономическая эффективность систем централизованного теплоснабжения при современных масштабах теплового потребления в значительной мере зависит от тепловой изоляции оборудования и трубопроводов. Тепловая изоляция служит для уменьшения тепловых потерь и обеспечения допустимой температуры изолируемой поверхности.

Тепловые сети служат для передачи потребителям тепловой энергии теплоносителя для нужд отопления, ГВС и вентиляции. Магистральные теплосети прокладываются от ЦТП (центральных тепловых пунктов), либо от теплоисточника (котельной, ТЭЦ). Магистральные и распределительные тепловые сети для снижения тепловых потерь в окружающую среду покрывают тепловой изоляцией и защитным слоем. Тепловая изоляция трубопроводов и оборудования тепловых сетей применяется при всех способах прокладки независимо от температуры теплоносителя. Теплоизоляционные материалы непосредственно контактируют с внешней средой, для которой свойственны колебания температуры, влажности и давления. В крайне неблагоприятных условиях находится теплоизоляция подземных и особенно бесканальных теплопроводов [1].

Материалы, используемые в качестве теплоизолятора, должны обладать высокими теплозащитными свойствами и низким водопоглощением в течение длительного срока эксплуатации. Водопоглощение связано со свойством гидрофобности (поверхностного водоотталкивания) и имеет важное значение для сохранения начальных теплофизических свойств теплоизоляционного материала и для его экономии в теплоснабжении.

Теплоизоляционные свойства одних и тех же материалов существенно ухудшаются и с увеличением объемной плотности. Тяжелая теплоизоляция разрушающе действует на удерживающую сетку и проволоку, провисшая теплоизоляция обрывается с трубопровода и оборудования и не выполняет своего прямого назначения. В связи с этим

изоляционные материалы и бандажное крепление (сетка, проволока) должны обладать высокой механической и коррозионной стойкостью, способны противостоять воздействию внешней нагрузки и влажности.

Согласно СНиП 2.04.07-86 для тепловой изоляции трубопроводов тепловых сетей необходимо предусматривать полносборные теплоизоляционные конструкции или сборные конструкции из изделий и деталей заводского изготовления, а также конструкции, нанесенные на трубопроводы в эксплуатационных условиях.

Коррозия стальных подземных труб представляет собой явление, основной причиной которого можно назвать реакции электрохимического окисления металлов от их постоянного взаимодействия с влагой. В результате таких реакций состав металла меняется на ионном уровне, покрывается ржавчиной, распадается и просто пропадает с поверхности. На процесс окисления может оказывать влияние характер жидкости, которая течет по подземному трубопроводу отопления или свойства среды, в которых он расположен [2]. Именно по этой причине, выбирая подходящие средства для борьбы с ржавчиной, необходимо учитывать все особенности, предшествовавшие ее возникновению. В противном случае, ремонт при помощи сварки неизбежен.

На сегодняшний день существует несколько различных методов для обработки подземных труб отопления от ржавчины и коррозии. Все они основаны на принципе специальной обработки, в процессе которой металл, из которого сделаны резервуары, вступает в реакцию с вводимыми веществами и растворами. В результате таких действий образуется специальная пленка, которая и обеспечивает защиту. Можно выделить несколько основных видов антикоррозионных способов защиты:

- обработка жидкости и стенок химическими реагентами;
- защита от блуждающих токов и вредного воздействия почвы (грунта) методами катодной и анодной защиты.

Катодная защита газопроводов от коррозии выполняется одним из вышеуказанных способов (посредством внешнего выпрямителя либо гальваническим методом). Технология в данном случае позволяет уменьшить скорость окисления и растворения металла, из которого изготовлен трубопровод, что достигается за счет смещения его естественного коррозионного потенциала в отрицательную сторону.

Коррозионное воздействие блуждающих токов на металл происходит в случае, если металлическая конструкция имеет положительный

потенциал относительно электролита (для подземных трубопроводов электролитом выступает грунт). Катодная защита же делает потенциал металла подземных трубопроводов отрицательным, что устраняет риск их окисления под воздействием блуждающих токов.

Для противокоррозионной защиты подземных трубопроводов применяется специальное оборудование – **станции катодной защиты (СКЗ)**.

Одна СКЗ, подключенная к электросети либо к автономному генератору, может выполнять катодную защиту сразу нескольких рядом расположенных магистралей подземных трубопроводов

Анодную электрохимическую защиту применяют для конструкций, изготовленных из титана, низколегированных нержавеющей, углеродистых сталей, железистых высоколегированных сплавов, разнородных пассивирующихся металлов. Анодная защита применяется в хорошо электропроводных коррозионных средах [3].

При анодной защите потенциал защищаемого металла смещается в более положительную сторону до достижения пассивного устойчивого состояния системы. Достоинствами анодной электрохимической защиты является не только очень значительное замедление скорости коррозии, но и тот факт, что в производимый продукт и среду не попадают продукты коррозии.

Анодную защиту можно реализовать несколькими способами: сместив потенциал в положительную сторону при помощи источника внешнего электрического тока или введением в коррозионную среду окислителей (или элементов в сплав), которые повышают эффективность катодного процесса на поверхности металла.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Копко, В.М. Теплоизоляция трубопроводов теплосетей: учеб.-метод. пособие / В.М. Копко. – Минск: Технопринт, 2002. – 160 с.
2. Анतिकоррозионная защита трубопроводов [электронное издание] // Режим доступа: <http://kraska.guru/specmaterialy/drugie-pokrytiya/korroziya-truboprovodov.html>.
3. Электрохимическая защита [электронное издание] // Режим доступа: <http://www.okorrozii.com/elektrohimicheskaia-zaschita.html>.

## АКТУАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ В ПОС. КРАСНАЯ ГОРБАТКА НА УЛ. ПРОФСОЮЗНАЯ

Белов Р.А., студент  
*к.т.н., доцент Мельников В.М.*

Основное назначение любой системы теплоснабжения состоит в обеспечении потребителей необходимым количеством теплоты требуемого тепла (т.е. теплоносителем требуемых параметров) [1].

Существуют два типа систем теплоснабжения, централизованное и децентрализованное.

В децентрализованных системах источник теплоты и теплоприемники потребителей заключены в одном агрегате или располагаются близко друг от друга, поэтому не требуется устройства тепловых сетей.

Они подразделяются на индивидуальные и местные.

В индивидуальных системах каждое помещение обеспечивается от отдельного источника. В местных системах теплоснабжения всех помещений обеспечивается от отдельного собственного источника – от домовой котельной.

В централизованных системах теплоснабжения источник и потребители весьма удалены друг от друга, следовательно, передача теплоты осуществляется по тепловым сетям.

Процесс централизованного теплоснабжения состоит из следующих операций:

- подготовка теплоносителя (в ТЭЦ или котельных);
- транспорт теплоносителя (по тепловым сетям);
- использование теплоносителя (в теплоприемниках потребителей).

Системы теплоснабжения различаются по следующим признакам:

- по виду теплоносителя (паровые, водяные, газовые, воздушные);
- по числу трубопроводов (одно-, двух- и многотрубные);
- по способу присоединения (закрытые и открытые);
- по виду потребителя теплоты (коммунально-бытовые и технологические).

В закрытых водяных системах сетевая вода, циркулирующая по замкнутому контуру, используется как теплоноситель, но не осуществляется забор на бытовые и на технологические нужды. В местные

установки поступает вода из водопровода, нагретая в водоводяных подогревателях за счет теплоты сетевой воды.

В открытых системах циркулирующая вода частично разбирается потребителями для ГВС.

В закрытой системе теплоснабжения присоединение осуществляется двумя способами: зависимым и независимым.

При зависимом присоединении теплоноситель подается напрямую потребителю (минуя тепловые пункты или теплообменники). Этот вид является наиболее простым, потому что не приходится ставить циркуляционные насосы, автоматические приборы контроля и т.д.

Независимая система позволяет регулировать температуру теплоносителя, количество поставляемого тепла и помогает избежать поломок нагревательного оборудования и котлов, за счет установки теплообменников.

Достоинства закрытой системы теплоснабжения с независимой схемой присоединения заключается:

- стабильное качество горячей воды (одинаковой с водопроводной водой);
- гидравлическая изолированность трубы;
- простота герметичности системы по величине подпитки.

Основным недостатком является: удорожание оборудования, усложнения, и эксплуатации (вследствие установки теплообменников), и коррозии установок (использование недеаэрированной воды)

На текущий момент централизованные системы теплоснабжения в п. Красная Горбатка представляют собой совокупность взаимосвязанных источников тепла, тепловых сетей и систем теплоснабжения.

Система от котельной по ул. Профсоюзная характеризуется:

- по виду теплоносителя – водяная;
- горячее водоснабжение (ГВС) – имеется;
- по способу отбора ГВС – система теплоснабжения открытого типа, т.к. часть сетевой воды используется путем ее отбора из тепловой сети для удовлетворения нужд потребителей в горячей воде;
- по числу трубопроводов – двухтрубная;
- по способу присоединения систем отопления к тепловым сетям – зависимая, т.к. вода из тепловой сети поступает непосредственно в нагревательные приборы систем теплоснабжения;

- по способу регулирования отпуска тепловой энергии – центральное качественное, т.к. отпуск тепловой энергии, необходимый для поддержания нормативной температуры в помещениях потребителей регулируется изменением температуры воды в подающей магистрали тепловой сети;

- используемый температурный график котельной 95/70°C;

- тепловые сети выполнены в подземном и надземном исполнении;

- изоляция трубопроводов тепловых сетей выполнена в основном из минераловатных утеплителей, незначительная часть – из пенополиуретановых скорлуп в полиэтиленовой изоляции.

Актуализация системы теплоснабжения в пос. Красная Горбатка на показывает, что открытая система имеет следующие недостатки:

- возрастают потери сетевой воды;

- подается плохая сетевая вода потребителям, вследствие присутствия продуктов коррозии и отсутствия биологической обработки;

- фильтрация такой воды перед подачей ее в систему горячего водоснабжения сильно снижает эффективность и увеличивает себестоимость обогрева.

Поэтому с целью повышения качества теплоснабжения потребителей, улучшения гидравлического режима тепловых сетей, сокращения потерь тепла и продление срока эксплуатации коммуникаций, уменьшение расходов электроэнергии и уменьшение тепловых потерь при транспортировке тепловой энергии для создания необходимых напоров теплоносителя были реализованы следующие задачи:

1. Переход от открытой системы теплоснабжения к закрытой.

2. Изменение температурного графика с 95/70°C на 115/70°C.

3. Произвести реконструкцию тепловых сетей (замена минераловатной изоляции на пенополиуретановые скорлупы) [2].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 124.13330.2012. Тепловые сети (Актуализированная редакция СНиП 41-02-2003). – М.: ФГУП ЦПП, 2013. – 91 с.
2. СП 41-105-2002. Проектирование и строительство тепловых сетей бесканальной прокладкой из стальных труб. – М.: ГУП ЦПП, 2003. – 55 с..

## ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ ВОЗДУХОВОДОВ

Вьюнов Д.А., студент  
к.т.н., доцент Угорова С.В.

Чтобы понять, насколько важным является утепление вентиляции – нужно разобраться с тем, зачем оно делается.

Причины таковы:

1. Предотвращение появления конденсата;
2. Снижение теплопотерь;
3. Уменьшение уровня шума.

Самый главный повод утеплить вентиляционную систему – предотвратить образование внутри нее конденсата. Зимой воздух, удаляемый из помещения (через вытяжную вентиляцию) всегда оказывается теплее, чем воздух на улице. Участки воздуховода, проходящие через отапливаемые помещения – не страдают, а вот отрезки за пределами теплых зон – начинают обмерзать и обрастать инеем. Из-за этого просвет воздуховода может существенно сузиться (а из-за этого процесс обрастания инеем ускорится дополнительно). Если зима затяжная, и морозы сильные (долго держится температура намного ниже  $-10\dots-15^{\circ}$ ), то труба может даже полностью забиться. Как следствие, вытяжная вентиляция перестает работать. Чтобы защитить воздуховод вытяжной вентиляции от появления конденсата, утеплять нужно отрезок, выходящий за пределы отапливаемой зоны. Обычно это:

1. Если труба выходит через стену: утепляется участок от места прохода через стену и до вентиляционного дефлектора.
2. Если труба выходит через чердак и дальше через кровлю: утепляется участок, проходящий на чердаке.
3. Если труба воздуховода проходит через неотапливаемое помещение, в котором температура зимой может упасть ниже  $0^{\circ}$  (например, гараж, подвал): утепляется весь участок, который находится в этой зоне.

Вторая причина – снижение теплопотерь – актуальна для систем приточной вентиляции с подогревом. Если в вашем доме поступающий с улицы свежий воздух дополнительно нагревается, то утепление позволит экономить на его обогреве.



Третья причина – снижение уровня шума. Слой теплоизоляции, даже тонкий, будет существенно снижать вибрацию и шум, которые возникают при прохождении воздуха через воздуховод.

Способ и материал утепления, в первую очередь, выбирается исходя из формы вентканала:

1. Для круглых каналов: можно применять рулонную изоляцию и «скорлупу». Листовой материал для круглого воздуховода не подойдет, поскольку его не получится согнуть.

2. Для прямоугольных и квадратных каналов: можно применять только рулонную изоляцию.

Способ с применением рулонной изоляции удобен по следующим причинам: простой и быстрый в применении; позволяет создать слой изоляции без швов и стыков; при необходимости позволяет быстро снять теплоизолятор с нужного участка.

Применяемые материалы:

1. Минераловатные утеплители. Вариант наиболее распространенный, дешевый и эффективный. Распространенная толщина – 5 см, в продаже можно найти рулоны с толщиной от 4 до 8 см. Более толстую минвату удобно использовать только для труб большого диаметра, которые в малоэтажном жилом строительстве не применяются. Существуют изоляторы с внешним фольгированным слоем (увеличивает эффективность и служит дополнительной механической защитой). Из минусов – минвата со временем слеживается и осыпается, а работать с ней – необходимо осторожно.

2. Вспененный полиэтилен. Вариант более простой и дешевый, но и менее эффективный. Толщина такого утеплителя небольшая (от 2 до 40 мм), так что его придется наматывать в несколько слоев.

3. Вспененный каучук. Практически то же самое, что и вспененный полиэтилен.

Скорлупа являет собой цилиндр, который надевается на утепляемый участок. То есть по сути – это труба, выполненная из материала-утеплителя.

Способ с применением «скорлупы» идеально подходит для участков, проходящих через стену, т.к. рулонный утеплитель в этом случае наматывать неудобно и сложно, – также «скорлупу» удобно использовать и на прямых участках.

## ВЕТРЯНАЯ ЭНЕРГИЯ ВО ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Еремина М.О., студент  
*к.т.н., профессор Тарасенко В.И.*

Энергетика в современном мире – это движущая сила, сердце, которое движет всем окружающим. Между тем, как известно, энергоресурсы не безграничны. Запасы угля, газа и нефти исчерпаемы, и если не будут открыты новые месторождения, то уже известных хватит меньше, чем на сотню лет. Дым от ТЭЦ загрязняет атмосферу. Да, и у движущей силы прогресса есть обратная сторона. Ключевые преимущества возобновляемых источников энергии (ВИЭ) – неисчерпаемость и экологичность – служат основанием для динамичного развития зеленой энергетики.

По подсчетам специалистов к 2050 г. население крупных городов увеличится на 2,5 млрд человек. Это значит, что для обеспечения домохозяйств и промышленности потребуется приблизительно на 50% больше энергии, чем сегодня. При этом перед мировым сообществом стоит задача снизить выбросы углекислого газа в два раза. Решить эти противоположные по сути задачи можно только существенно повышая энергоэффективность в сфере производства, транспортировки и потребления электроэнергии и внедряя экологические проекты [1, 2].

Ветряные электростанции (ВЭС) давно уже никого не удивляют. На данный момент в РФ используется более 20 ВЭС, но в целом в России есть и вовсе уникальные объекты. Например, в селе Тургенево Владимирской области открыта первая в стране биокотельная мощностью 3 МВт, работающая на торфе.

Ветроэнергетика – отрасль энергетики, специализирующаяся на преобразовании кинетической энергии воздушных масс в атмосфере в электрическую, механическую, тепловую или в любую другую форму энергии, удобную для использования в народном хозяйстве. Ветроэнергетика является бурно развивающейся отраслью.

К началу 2016 г. общая установленная мощность всех ветрогенераторов составила 432 ГВт и, таким образом, превзошла суммарную установленную мощность атомной энергетики. В отличие от ископаемого топлива, энергия ветра практически неисчерпаема, повсеместно доступна и более экологична. Однако, сооружение ветряных

электростанций сопряжено с некоторыми трудностями технического и экономического характера, замедляющими распространение ветроэнергетики.

Климат Владимирской области определяется ее географическим положением, от которого зависит поступление солнечного тепла, и движение воздушных масс разного происхождения, как морских и континентальных умеренных широт, так и арктических (с соседних территорий Западной Европы, Средней и Центральной Азии, акваторий Атлантического и Северного Ледовитого океанов).

Среднегодовая скорость ветра во Владимирской области составляет 3...5 м/с – такой скорости вполне может хватить для выработки электроэнергии с помощью ветрогенераторов малой мощности. Такая скорость характерна для ровных, относительно открытых мест лесной зоны. В среднем за год по всей территории несколько чаще других наблюдается ветер юго-западного и западного направлений. Основным фактором, определяющим режим ветра в холодный период года, является западно-восточный перенос, обусловленный общей циркуляцией атмосферы. Зимой направление ветра определяется юго-западной периферией сибирского антициклона. В теплую половину года наблюдаются ветры разного направления с преобладанием северных и северо-западных ветров. Применение ветровой энергии пока нецелесообразно для Владимирской области из-за малой средней скорости ветра (3,5 м/с) на территории области.

В связи с тем, что среднегодовая скорость ветра составляет 3,5 м/с привычные ветрогенераторы с горизонтальной осью вращения практически не применимы – их стартовая скорость начинается с 3...6 м/с, и получить от их работы существенное количество энергии не удастся. На сегодняшний день все больше производителей ветрогенераторов предлагают роторные установки, или ветрогенераторы с вертикальной осью вращения. Принципиальное отличие состоит в том, что вертикальному генератору достаточно 1 м/с, чтобы начать вырабатывать электричество.

Преимущества вертикальных ветрогенераторов (роторных ветроустановок): не боятся резких кратковременных порывов ветра; легко страгиваются с места при ветре менее 1 м/с; не боятся снегопадов, обледенения, отлично работают в условиях снежной зимы, даже при условии налипания снега на ротор; ротор не стоит на месте, а постоянно

уходит от ветра, поэтому установки не боятся штормовых ветров и легко используются в более широком диапазоне ветров (от 2 до 50 м/с); эффективная работа при малых скоростях ветра (3...4 м/с); полная бесшумность при всех режимах работы; модульность конструкции ротора позволяет наращивать необходимую мощность установки за счет количества модулей; возможность монтажа установки на различных площадях (крыши зданий, платформы, вышки, мобильные сооружения (бытовки и т.п.)

На территории Владимирской области наиболее целесообразным является применение роторных ветроустановок в качестве ветряных электростанций. Ветер стоит меньше природного газа в большинстве стран (в которых дует ветер) и продолжает падать в цене. Что касается России, по данным на начало 2016 г., совокупная установленная мощность по всем видам генерации в РФ составляла 225 ГВт, из них лишь 1% приходится на долю ВИЭ, в том числе 0,6% – биомасса, 0,3% – малые ГЭС, 0,1% – ветряная, солнечная электроэнергетика и геотермальные источники.

Распоряжением Правительства РФ от 28 мая 2013 г. № 861-р предусмотрено, что доля зеленой энергетики на оптовом рынке к 2020 году должна составить 2,5%, а еще в 2009 г. было выпущено распоряжение правительства РФ, которое ставило задачу довести производство энергии от возобновляемых источников до 4,5% к 2020 г. В последнее время на рынке возникли перспективы для роста, особенно в сегменте солнечной энергетики. А вот по ветроэнергетике пока все по-прежнему.

В заключение отметим, что внедрение ВИЭ в России приведет к следующим эффектам: рост объемов строительства объектов генерации на основе ВИЭ; повышение физической и финансовой доступности энергии для населения; улучшение экологической и климатической обстановки, повышение качества жизни и здоровья населения; рост занятости населения в новых секторах; изменение модели мобильности населения; повышение экспортного потенциала наукоемкой продукции.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

2. Сибикин, Ю.Д. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии: учеб. изд. / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. – М.: РадиоСофт, 2008. – 222 с. – ISBN: 978-5-93037-183-3.
3. СНиП 23-01-99. Строительная климатология. – М.: ФГУП ЦПП, 2000. – 91 с.

## ТЕПЛОВЫЕ НАГРУЗКИ АО ВНИИ «СИГНАЛ»

Еремина М.О., студент  
к.т.н., доцент Мельников В.М.

Теплоснабжение жизненно необходимо для жизни и производственной деятельности человека [1].

Величины удельных расходов тепла, а также параметры расходуемого потребителями пара и горячей воды, суточные и годовые графики потребления очень разнообразны и зависят от многих факторов. В связи с этим для точной оценки потребности промышленного предприятия в тепле необходимо в каждом отдельном случае получать соответствующие данные, как от самого промышленного предприятия, так и использовать проектные материалы. Однако при этом следует иметь в виду, что представляемые промышленными предприятиями и проектными организациями данные о тепловых нагрузках и параметрах теплоносителей в некоторых случаях завышены. При этом не учтен энергетический эффект, который может быть дополнительно получен при теплофикации за счет подачи потребителям пара или горячей воды с минимально необходимыми для технологических процессов параметрами [2].

Тепловая нагрузка промышленного предприятия состоит из расходов тепла на отопление, вентиляцию, кондиционирование (сезонное потребление), горячее водоснабжение и производственно-технологические системы (круглогодное). Определение тепловых нагрузок промышленных предприятий должно производиться по отдельным видам потребления с подразделением по теплоносителям и их параметрам.

Расчетные тепловые потоки представлены в табл. 1.

Таблица 1

Наименование потребителя	Расчетный тепловой поток, МВт (Гкал/ч)			
	Отопление, вентиляция	Горячее водоснабжение	Технологические нужды	Всего
Общая нагрузка	4,88 (4,19)	1,0 (0,86)	–	5,88 (5,05)

Источником теплоснабжения является проектируемая блочно-модульная котельная. Параметры теплоносителя:

- расчетный температурный график водяной сети для системы отопления и вентиляции  $T_1 - T_2 = 95 - 70^\circ\text{C}$ ;
- для системы горячего водоснабжения  $-60^\circ\text{C}$ .

Установленная тепловая мощность котельной – 9,0 МВт. Расчетная производительность котельной – 6,0 МВт. Температурный график сети теплоснабжения  $95 - 70^\circ\text{C}$ . Температура подачи сети ГВС  $60^\circ\text{C}$ . Температурный график котлового контура  $110 - 75^\circ\text{C}$ .

Для рассматриваемого объекта предполагается строительство участка надземной тепловой сети от проектируемой котельной до врезки в существующую тепловую сеть [3]. Длина проектируемого участка – 7,5 м.

Принята закрытая система теплоснабжения. Схема теплосети тупиковая, распределительная, четырехтрубная. Надземный способ прокладки, на низких опорах – железобетонных блоках. Протяженность проектируемой тепловой сети составляет 7,5 м.

Расчетные параметры наружного воздуха для холодного периода [4]:

- климатический район строительства ПВ;
- температура наружного воздуха для системы отопления равна  $-28^\circ\text{C}$ ;
- расчетная снеговая нагрузка –  $180 \text{ кг/м}^2$ ;
- скоростной нормативный напор ветра –  $23 \text{ кг/м}^2$ .

По данным инженерно-геологических изысканий основанием для строительства сети водопровода будут насыпные грунты – песок с включением щебня известняка и строительного мусора, не слежавшийся.

Во время проведения изысканий подземные воды были встречены на глубине 2,8 м. Водоупорное основание скважинами глубиной 8 м не обнаружено. Нормативная глубина сезонного промерзания насыпного грунта – 1,67 м.

По отношению к углеродистой стали насыпной грунт относится к средней степени коррозионной агрессивности.

По степени морозной пучинистости насыпной грунт относится к слабопучинистым.

Учитывая геолого-литологическое строение территории, в осенне-весенний период в пределах площадки не исключена возможность появления подземных вод типа верховодки в лессовидном суглинке.

Неблагоприятных физико-геологических процессов и явлений на площадке не обнаружено, блуждающие токи промышленного происхождения отсутствуют.

Обязательными к определению в ходе расчета тепловой мощности являются следующие факторы [5, 6]:

1. Теплотери наружных ограждений. Включает в себя желаемые температурные режимы в каждой из комнат.

2. Мощность, требуемая для нагрева воды в помещении.

3. Количество теплоты, требуемое для подогрева вентиляции воздуха (в том случае, когда требуется принудительная приточная вентиляции).

4. Тепло, нужное для подогрева воды.

5. Возможные варианты развития дальнейшего существования обогревательной системы.

Цель работы состоит в разработке и введении в эксплуатацию блочно-модульной котельной проектируемой для нужд АО ВНИИ «Сигнал» с учетом тепловых нагрузок.

Для достижения поставленной цели необходимо сформулировать и решить следующие задачи:

- расчет тепловых систем;
- анализ параметров системы теплоснабжения;
- использовать оригинальные методики расчетов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон «О теплоснабжении» от 27 июля 2010 г. № 190-ФЗ (ред. от 29.12.2014 № 485-ФЗ) [электронный ресурс] // Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_102975/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_102975/).
2. СНиП 41-02-2003. Тепловые сети / Госстрой РФ. – М.: ФГУП ЦПП, 2004. 36 с.
3. АО «ВНИИ «Сигнал» 2011–2017 [электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.vniisignal.ru/ru/>
4. СНиП 23-01-99. Строительная климатология / Госстрой РФ. – М.: ФГУП ЦПП, 2000. – 91 с.
5. Громов, Н.К. Городские теплофикационные системы / Н.К. Громов. – М.: Энергия, 1974. – 256 с.
6. СНиП 3.05.03-85. Тепловые сети / Госстрой СССР. – М.: ЦПП, 1996. – 16 с.

## ПРИТОЧНЫЕ КЛАПАНЫ

Захаров А.С., студент  
к.т.н., доцент Угорова С.В.

Для организации притока воздуха в помещение используются приточные клапаны, которые по конструктивному исполнению бывают: оконными и стеновыми. Но не смотря на разницу в конструктивном исполнении приточные клапаны выполняют одинаковую функцию – организуют приток свежего воздуха в помещение. При этом подобрать клапаны необходимо так, чтобы приток воздуха был равен удаляемому, отработанному воздуху.

Оконные приточные клапаны. Одним из самых распространенных и простых приточных клапанов является клапаны, которые устанавливаются в оконные рамы и предназначены для подачи воздуха в помещение, не прибегая к открытию окна. Оконные клапаны являются не чем иным, как щелью в конструкции окна с заслонками, которые могут управляться как в автоматическом, так и в ручном режиме. Производительность таких клапанов составляет 5...40 м<sup>3</sup>/ч. Клапаны могут устанавливаться на любые окна. Конструкция оконного приточного клапана позволяет его установить на уже готовое окно, установленное в вашем доме ранее.

К достоинствам этого вида приточных клапанов можно отнести:

- эстетичный вид, он не портит вид окна, так как клапан практически не заметен;
- простоту установки клапана (установка занимает 0,5...1 ч);
- звукоизоляционные свойства;
- защита от сквозняков. Клапан направляет вверх поток приточного воздуха и не создает сквозняка и ощущения холода;

Автоматические версии оконных клапанов используют датчики влажности. При увеличении влажности, датчик-заслонка приоткрывается, тем самым давая возможность свежему воздуху попасть в помещение. И чем больше влажность, тем больше воздуха проходит через клапан.

К недостаткам оконных приточных клапанов можно отнести:

- пропуск холодного воздуха. Воздух в помещении попадает не подогретым;
- наличие механической вытяжки. Клапан работает только при исправной вытяжке;



- малая пропускная способность;
- поступающий воздух не фильтруется. В клапанах отсутствуют фильтры очистки воздуха от пыли;
- нет защиты от обмерзания. Есть вероятность промерзания воздухозаборника клапанов.

**Стеновые приточные клапаны.** Этот вид приточных клапанов представляет собой трубу, проложенную в стене. На трубу с внешней стороны устанавливается решетка с москитной сеткой, а с внутренней стороны клапан с возможностью регулирования интенсивности подачи воздуха.

В отличие от оконных приточных клапанов, стеновые клапаны имеют большую пропускную способность воздуха (до 70 м<sup>3</sup>/с). В устройстве могут устанавливаться вентиляторы для принудительной подачи воздуха, фильтры очистки, а также системы подогрева входящего воздуха.

Автоматические версии стеновых приточных клапанов могут регулировать подачу свежего воздуха по следующим критериям: загрязненность воздуха, изменение влажности в помещении и перепад давлений.

Для того, чтобы система вентиляции с приточными клапанами работала эффективно, необходимо придерживаться следующих правил:

1. Приточные клапаны следует устанавливать во всех помещениях дома.

2. Количество приточных клапанов устанавливается с расчетом из пропускной способности потока воздуха и объема удаляемого загрязненного воздуха через вытяжные каналы. Объем приточного и удаляемого воздуха должен быть равным.

3. На кухне с газовой плитой рекомендуется установить регулировочный приточный клапан. В кухне с электроплитой, можно не устанавливать приточный клапан, хотя необходимо обеспечить приток воздуха через щели и зазоры в дверных проемах из смежных помещений.

4. Для максимального комфорта следует устанавливать приточные клапаны на высоте 2 м и более от пола недалеко от оконных проемов.

5. Приточные клапаны устанавливаются лишь в помещениях с окнами.

6. Не рекомендуется устанавливать приточные клапаны в помещениях с высокой влажностью, в том числе в ванной и туалете. В зимнее время есть большая вероятность возникновения значительного

количества конденсата и обмерзания, что приводит к нарушению нормальной работы вентиляции.

7. Для исключения промерзания приточных клапанов, следует применять клапаны с функцией подогрева.

8. Приточные клапаны устанавливают в помещениях с окнами, у которых коэффициент инфильтрации меньше  $0,3 \text{ м}^2/\text{ч}$ . Коэффициент инфильтрации показывает объем воздуха, который проникает в помещение через щель длиной 1 м в течение 1 ч.

9. Норма на одного человека воздухообмена составляет  $30 \text{ м}^3/\text{ч}$  (СНиП 31-01-2003).

10. Если стена или окно, на которые предусмотрена установка приточных клапанов выходит на шумную улицу, то лучше установить специальные клапаны, подавляющие шум. Установка обычных приточных клапанов приведет к резкому снижению звукоизоляции стены или окна.

11. Приточные клапаны рекомендуется устанавливать возле радиаторов, так как в зимнее время это позволяет дополнительно подогревать поступающий холодный воздух.

12. При выборе приточных клапанов необходимо обратить внимание на наличие очистных фильтров и их качество. При использовании приточных клапанов без фильтров в загрязненных районах часто происходит попадания в помещение большого количества пыли вместе с воздухом.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ананьев, В.А. Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика / В.А. Ананьев [и др.]. – М.: Евроклимат, 2003. – 460 с. – ISBN 5-89520-044-3.
2. Рубцов, А.С. Повышение энергоэффективности инженерных систем торгово-развлекательных центров / А.С. Рубцов // Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика (АВОК). – 2012. – № 8. – С. 26–33. – ISSN 1609-7483.
3. Стефанов, Е.В. Вентиляция и кондиционирование воздуха: учеб. пособие / Е.В. Стефанов. – СПб.: АВОК Северо-Запад, 2005. – 402 с. – ISBN 5-902146-08-9.

## ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Калоянов А.С., студент  
*к.т.н., доцент Зуев К.И.*

В современном мире горячее водоснабжение (ГВС) является неотъемлемой частью удобства и комфорта в доме, коттедже или офисном здании. К сожалению, централизованная подача горячей воды обычно отсутствует в сельской местности, отдаленных коттеджных поселках, личных домах, офисных зданий и промышленных объектов, удаленных от центральных коммуникаций. В этом случае решение задачи по автоматизации горячего водоснабжения обычно связано с применением накопительного бойлера косвенного нагрева, управляемого термостатом, либо нескольких бойлеров. Емкость такого бойлера варьируется обычно от 100 л и может достигать до 1000 л и даже более. Теплоноситель (умягченная вода системы отопления, либо, что реже – антифриз) с более высокой температурой, циркулирует через теплообменник (обычно змеевик) внутри этого бойлера и передает тепловую энергию воде, находящейся под давлением внутри бойлера. После нагревания вода внутри бойлера с необходимой температурой (как правило от +40 до +60°C) подается к потребителю.

Применение двухконтурных котлов, несмотря на компактность, имеет тот существенный недостаток, что при возможном выходе из строя узла контура ГВС, котел становится неработоспособным – это нарушает нормальную работу системы отопления и является полностью недопустимым в зимний период времени. Поэтому одноконтурный котел системы отопления, работающий в связки с бойлером косвенного нагрева, является более надежной комбинацией [1, 2].

Недостатками работы бойлера, управляемого термостатом, являются: ограниченное количество циклов реле, низкая точность измерения температуры, отсутствие гибких настроек, отсутствие индикации и т.д. Поэтому в Европе компании изготавливают и предлагают современные цифровые терморегуляторы для автоматизации систем горячего водоснабжения, устраняющие вышеперечисленные недостатки. Однако, главным недостатком зарубежной автоматики ГВС является их высокая цена, которая обычно начинается от 250 евро.

Автоматизация работы системы горячего водоснабжения с помощью дифференциального регулятора температуры ТРЦ-02 (полностью российская разработка и изготовление) позволяет обеспечивать необходимую и достаточную потребность в горячей воде с заданной температурой. При этом отпадает необходимость как в ручном регулировании системы ГВС, так и ручной дезинфекцией бойлера.

Регулирующие клапаны современных систем горячего водоснабжения:

- термостатический циркуляционный клапан МТСV версия А;
- термостатический циркуляционный клапан МТСV версия В с функцией термической дезинфекции;
- регулятор температуры TVM; регулятор давления RP.

Представленные клапаны постепенно начинают внедрять в отечественной практике. И если еще не всегда их применяют, то, по крайней мере, предусматривают возможность модернизации системы горячего водоснабжения в ближайшем будущем. Ведь темпы роста цен на энергоресурсы определяют возрастающую значимость эксплуатационных затрат над капитальными и вскоре заставят модернизировать инженерные системы зданий для снижения энергопотребления. В основу энергосбережения современных ГВС положено снижение потерь на перекачивание теплоносителя и уменьшение теплопотерь в трубопроводах. Первое требование достигают применением насосов с частотным регулированием. Второе – за счет теплоизоляции трубопроводов, применения переменного теплового режима в ваннных комнатах, уменьшения теплопотерь в циркуляционных трубопроводах. Уменьшения теплопотерь в циркуляционных трубопроводах достигают терморегулированием ГВС. Такой подход закреплен в п. 8.6 СНиП 2.04.01-85 «Внутренний водопровод и канализация зданий».

При этом, во-первых, достигают выравнивания температуры воды во всех стояках системы за счет ее перераспределения с ближних к тепловому пункту стояков на дальние, чем устраняют излишние теплопотери в ближних стояках и обеспечивают водой дальние стояки. Во-вторых, сочетают положительные свойства ГВС без циркуляционных трубопроводов и ГВС с их наличием, чем уменьшают теплопотери во всех циркуляционных трубопроводах и снижают затраты на перекачивание воды при обеспечении требуемых ее параметров у потребителя. В-третьих, получают динамически подстраиваемую систему под неравномерный

водоразбор с ограничением расхода воды в циркуляционных трубопроводах до минимально необходимого уровня, пропорционального теплопотерям в трубопроводах. Экономический эффект за счет снижения расхода и теплопотерь в циркуляционных трубопроводах находится в диапазоне 0...55 % по DINV 4701-10:2003.

В системах горячего водоснабжения с многофункциональным термостатическим циркуляционным клапаном МТСV версии «А» при превышении температуры теплоносителя в циркуляционном трубопроводе над заданной на клапане он закрывается, ограничивая циркуляцию. Если температура воды становится ниже заданного значения, клапан открывается и увеличивает циркуляцию теплоносителя. Таким образом, вся система находится в равновесном температурном и гидравлическом состоянии.

Во избежание вероятности образования ожогов у потребителей при повышении температуры воды в момент термической дезинфекции, а также для стабилизации температуры воды (например, в смесителе душа) у потребителя при колебании давления или расхода воды в системе применяют регулятор температуры TVM.

Особенностью систем высотных зданий является неравномерность давления у потребителей разных этажей, вызванная действием статического давления, которое не должно превышать 0,6 МПа по п. 5.12 СНиП 2.04.01-85, либо 0,45 МПа по п. 5.14 ДБН 2.2-15-2005, а также неравномерность давления, вызванная увеличением количества потребителей. Устраняют эти недостатки установкой регулятора давления «после себя» RP 226 непосредственно перед потребителем, например, квартирой. Сделать системы энергосберегающими и обеспечивающими качественную услугу позволяет, прежде всего, терморегулирование циркуляционных стояков. При этом создаются всем потребителям равные условия подачи горячей водой с требуемыми параметрами.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пырков, В.В. Особенности современных систем водяного отопления / В.В. Пырков. – К.: Такі справи, 2003. – 176 с. – ISBN 966-96222-7-1.
2. Шарапов, В.И. Инженерные системы зданий и сооружений. Теплогазоснабжение с основами теплотехники / В.И. Шарапов. – Ульяновск: УлГТУ, 2013. – 155 с. – ISBN 978-5-9795-1129-0.

## СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ НОРМИРОВАНИЯ РАСХОДОВ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ И ТОПЛИВА

Коноплев С.М., магистрант  
*к.т.н., доцент Стариков А.Н.*

На балансе предприятий федерального железнодорожного транспорта находится около 5000 котельных, которые являются основными потребителями топлива на стационарные нужды. В 2002 г. ими было израсходовано свыше 5,6 млн т у. т. топлива, из которого выработано более 21 млн Гкал тепловой энергии. Кроме того, около 5,8 млн Гкал приобретено у сторонних производителей.

Одним из важных способов экономии энергоресурсов, наряду с модернизацией морально устаревшего теплоэнергетического оборудования, является научно обоснованное нормирование расходов топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) на производственные и коммунально-бытовые нужды. Оно приводит к повышению производительности труда, улучшению организации производства и эксплуатации теплоэнергетического хозяйства, способствует повышению технического уровня, экономии теплоты и топлива, а также снижению себестоимости эксплуатации и ремонта подвижного состава [1, 2].

Установление научно обоснованных норм расхода ТЭР на единицу работы или единицу продукции создает основу для оценки потребности в энергетических ресурсах отдельных предприятий, дорог и отрасли в целом, а также является первичной технической базой планирования энергоснабжения.

Действовавшая на сети дорог отраслевая методика нормирования расходов тепла и топлива для стационарных установок была утверждена в 1975 г. и до недавнего времени не пересматривалась. В ней устарел перечень эксплуатирующихся котельных установок, за прошедшее время изменились ГОСТы по качеству поставляемого топлива, введены в действие новые СНиПы на отопление и горячее водоснабжение, отсутствуют отопительные характеристики зданий, построенных из современных материалов, а также веса подвергаемых очистке деталей при ремонте для обновленного парка подвижного состава.

В течение 2001–2002 гг. ВНИИЖТ переработал данную методику. Так, в конце 2001 г. были утверждены нормы расхода тепловой энергии и

топлива для отопительно-производственных котельных, отопления служебных и жилых зданий, горячего водоснабжения; в конце 2002 г. – нормы расхода для потребителей тепловой энергии и топлива, а также нормы расхода тепловой энергии по видам ремонта подвижного состава.

Одновременно с переработкой норм разрабатывается электронная версия по всем вышеперечисленным методикам с учетом требований, предъявляемых пользователями предприятий. При этом неэффективно создавать отдельную программу для каждого информационного раздела, так как многие из них используют зачастую одну и ту же нормативно-справочную информацию. Было принято решение разработать автоматизированное рабочее место (АРМ) «Стационарная энергетика», в состав которого входила бы не только нормативная база по тепловой энергии и топливу, но также и аналогичные разработки, связанные со стационарной нетяговой электроэнергетикой: освещение, станочный парк и т.д. по различным службам МПС.

Основные требования, которые учитывались при разработке АРМ, следующие:

- строгое соответствие нормативно-справочной информации ранее утвержденным документам;
- проведение расчетов инженерами без специальной теплотехнической подготовки;
- минимум исходных данных;
- возможность проводить вариантыные расчеты или моделирование базовых показателей расчета, например, при изменении технического состояния эксплуатируемого оборудования (модернизация, естественное старение и т.п.), для анализа динамики расходов ТЭР;
- увеличение уровня информационного обслуживания пользователей за счет ведения нормативно-справочной базы.

Предполагается разработать электронную версию энергетического паспорта, в котором максимально должны быть отражены состав и режим эксплуатации энергетического оборудования, действующего на предприятии. При этом информация об оборудовании используется другими программными модулями, и, как правило, этих данных достаточно для расчета норм и вывода на печать полученного результата. В качестве прикладной программы на настоящем этапе предлагается программа определения стоимости отпущенной тепловой энергии. В

дальнейшем предполагается разработать другие прикладные программы, например, расчет норм на освещение служебных зданий и сооружений и ряд других.

В качестве примера рассмотрим нормирование работы котельной пансионата «Березовая роща», находящегося на балансе Московской железной дороги. После загрузки из основного окна АРМ программного модуля «Котельная» активизируется окно ввода исходных данных для расчета норм расхода топлива для котельной.

Однако надо принять во внимание, что в нашем случае котельная не только генерирует тепловую энергию, но и является предприятием-поставщиком, то есть само транспортирует энергию до потребителя. Перейдя на главное окно АРМ и активизировав кнопку «Тепловые сети», мы получим окно ввода данных по расчету норм потерь в тепловых сетях.

Аналогично следует заполнить сведения о предприятии. При этом необходимо учитывать, что программа рассчитывает потери теплоты для каждого сезона отдельно. В нашем случае сеть 1 соответствует зимнему периоду, а сеть 2 – летнему; общие потери складываются.

После ввода в соответствующие поля температурного графика, протяженности и диаметра трубопроводов, нагрузки и т. д. можно аналогично подсчитать нормативные потери тепловой энергии в теплотрассе.

Пересчитав 2 388,41 Гкал в т у. т. (341,1) и прибавив их к норме расхода топлива котельными (2 507,45), получим значение нормативного и расхода топлива, необходимого для обеспечения пансионата и жилого массива в требуемом количестве тепловой энергии – 2 848,55 т у. т. Простой подсчет позволяет установить, что на данном предприятии перерасход топлива составляет около 27% ( $3\,628 / 2\,848,55 = 1,273$ ), что обусловлено в первую очередь изношенностью основных фондов в котельной и тепловых сетях.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. НПБ 252-98. Аппараты теплогенерирующие, работающие на различных видах топлива. Требования пожарной безопасности. Методы испытаний / ГУГПС МВД России. – М.: ВНИИПО, 1998. – 19 с.
2. Преимущества и недостатки газового керамического обогревателя [электронный ресурс] // Режим доступа: <http://klivent.net/otopleniye/obogrevateli/gazovyj-keramicheskij-obogrevatel.html>.



## РЕГУЛЯТОР ДАВЛЕНИЯ ГАЗА ПРЯМОТОЧНЫЙ РДП-50 В

Коршаков А.В., студент  
к.т.н., профессор Тарасенко В.И.

Регулятор давления газа РДП предназначен для редуцирования давления газа и автоматического поддержания выходного давления в заданных пределах независимо от изменения входного давления и расхода газа и применяется в системах газоснабжения промышленных, сельскохозяйственных и коммунально-бытовых объектов.

Основные характеристики регулятора РДП-50В высокого давления:

1. При нулевом расходе газа прирост давления после регулятора РДП от номинального (рабочего) до полного закрытия не более 15%;

2. Регулятор обеспечивает поддержание заданного выходного давления с точностью 1...2%.

3. Герметичность затвора исполнительного механизма соответствует классу «А» ГОСТ 9544-2015 [1].

В табл. 1 указаны факторы, учитываемые при выборе регулятора РДП-50В.

Таблица 1

Факторы при подборе регулятора РДП-50В

Диаметр условного прохода входного фланца, $D_u$ , мм	50
Максимальное входное давление, МПа, (кгс/см <sup>2</sup> )	1,2 (12)
Диапазон настройки выходного давления, МПа	0,03...0,6
Пропускная способность при выходном давлении: 0,1 МПа, м <sup>3</sup> /ч 0,3 МПа, м <sup>3</sup> /ч 0,6 МПа, м <sup>3</sup> /ч 1,2 МПа, м <sup>3</sup> /ч	1160 2320 4060 7540
Габаритные размеры, мм, не более: длина ширина высота	230 440 620
Присоединение фланцевое	ГОСТ 12820-80* [2]
Масса, кг, не более	15

На рис. 1 показана кинематическая схема регулятора РДП-50В. Разница давлений на мембране исполнительного устройства создает аксиальное усилие, которое при любом устоявшемся режиме работы регулятора уравнивается перепадом давления на клапане. Любое изменение входного давления или расхода газа мгновенно вызывает отклонение выходного давления от заданного и, следовательно, перемещение мембраны пилота. При этом меняется расход газа на выходе пилота и в результате – давление газа в правой полости мембранной камеры исполнительного устройства, что вызывает перемещение подвижной системы с гильзой в новое равновесное состояние, при котором выходное давление возвращается к заданной величине. При отсутствии давления на входе регулятора под воздействием пружины гильза поджимается к рабочему клапану. Регулятор закрыт.

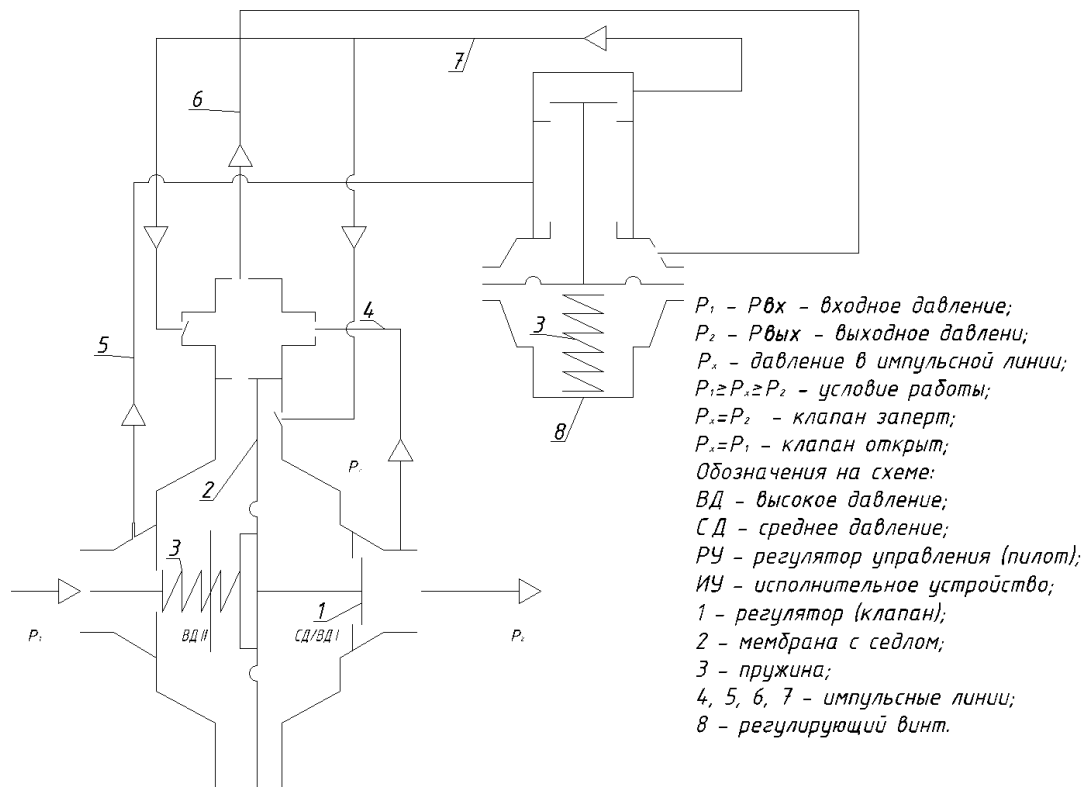


Рис. 1. Кинематическая схема регулятора РДП-50В

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 9544-2015. Арматура трубопроводная. Нормы герметичности затворов. – М.: Стандартинформ, 2015. – 54 с.
2. ГОСТ 12820-80\*. Фланцы стальные плоские приварные. Конструкция и размеры. – М.: Изд-во стандартов, 1992. – 16 с.

## РАСЧЕТ И ДИАГНОСТИКА ПРОЧНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ КОТЛОВ

Кузнецова К.А., студент  
*к.т.н., доцент Дорофеев В.Н.*

Современные паровые и водогрейные котлы состоят из множества узлов, деталей и элементов, работающих в различных условиях и выполненных соответственно из разнообразных материалов. Наиболее ответственные элементы – пароперегреватели – работают при высоких температурах и подвергаются постоянному воздействию напряжений от внутреннего давления, механических нагрузок от массы элементов и коррозии от агрессивных газов, находящихся в продуктах сгорания.

Влияние механических нагрузок и коррозии на надежность элемента котла зависит от места его расположения в газовом тракте. Элементы котла, расположенные в топке, подвергаются высокотемпературной коррозии, для предотвращения или уменьшения которой применяется алитирование наружных поверхностей нагрева. Высокотемпературной коррозии подвержены также трубы пароперегревателей, в связи с чем их необходимо изготавливать из специальных легированных сталей. Низкотемпературной коррозии в основном подвержены воздухоподогреватели. Коррозии могут подвергаться и внутренние поверхности труб, коллекторов и барабанов.

Надежный температурный режим обогреваемых труб характеризуется достаточным запасом механической прочности, отсутствием окалинообразования и допустимыми колебаниями температуры стенки. Безопасные температурные условия обогреваемых труб обеспечиваются гидравлическим режимом среды и компоновкой поверхности нагрева. Максимальная температура наружной поверхности труб не должна достигать температуры окалинообразования или температуры изменения структуры металла.

Температура стенок обогреваемых труб рассчитывается для номинальной нагрузки котельного агрегата на каждом расчетном топливе при номинальной температуре питательной воды. Температура трубы определяется по известным и упрощенным формулам [1]. Для приближенной оценки температуры стенки обогреваемых труб принимают температуру нагреваемого теплоносителя с увеличением ее на 30...70 °С. В задачу расчета на прочность отдельных элементов источника теплоты,

работающих под давлением (барабанов, круглых или прямоугольных коллекторов, труб и других элементов), входит определение толщины их стенки (конструктивный расчет) или допускаемого давления в этих деталях (проверочный расчет). Методика конструктивного и проверочного расчетов является в основном одинаковой. Разница состоит в целях расчета искомых величин.

Расчет на прочность может выполняться по максимальным напряжениям или предельным нагрузкам (несущей способности). В основу принятых в РФ норм расчета на прочность деталей и элементов источников теплоты положен принцип оценки прочности по несущей способности (предельной нагрузке), а не по наибольшим местным напряжениям. При этой методике расчета исходят из предпосылки, что опасными являются напряжения, которые вызывают пластическую деформацию всей конструкции, а не только какого-либо небольшого объема ее металла.

В целях обеспечения практического использования расчетных формул они приведены к наиболее простому виду в двух модификациях: для определения допустимого давления и необходимой толщины стенки.

При расчете на прочность стенки барабанного котла учитывается характер расположения отверстий для кипяtilьных труб [2].

При коридорном расположении отверстий коэффициент прочности определяется в продольном и поперечном направлениях и в расчет вводят наименьшее значение.

При шахматном расположении отверстий определяют, кроме того, коэффициент прочности в диагональном направлении, условно приведенный к продольному направлению, и в расчет вводят наименьшее значение коэффициента прочности в продольном направлении или его двойное значение в поперечном направлении.

Техническое диагностирование котлов следует проводить в период эксплуатации котла в пределах назначенного срока службы, после истечения назначенного срока службы, а также после аварии.

Котлы, подлежащие техническому диагностированию, должны быть остановлены, охлаждены, одренированы и отглушены заглушками от соседних котлов, действующих трубопроводов и других коммуникаций (пар, вода, газоходы, топливо); обмуровка и изоляция, препятствующие контролю, должны быть частично или полностью удалены; при крайней важности должны быть сооружены леса [3].

В типовых программах определены:

- основные элементы котлов, работающие в режимах, под воздействием которых могут возникать и развиваться процессы окалинообразования, усталости, эрозии, коррозии, а также процессы, вызывающие изменение геометрических размеров, структуры и механических свойств металла;
- наиболее напряженные зоны (участки) базовых элементов котла, которые наиболее предрасположены к образованию различных дефектов;
- объемы и методы контроля или исследования механических свойств и микроструктуры металла базовых элементов.

Типовые программы предусматривают следующие методы контроля: визуальный и измерительный контроль; цветную и магнитно-порошковую дефектоскопию; контроль толщины стенки с помощью ультразвука; ультразвуковой контроль; измерение твердости; исследование микроструктуры и химического состава.

На базе типовых программ на каждый конкретный тип котла или группу котлов, работающих в одинаковых условиях, организация, выполняющая техническое диагностирование, разрабатывает индивидуальную программу диагностирования, учитывающую конструктивные особенности, конкретные условия эксплуатации, наличие или отсутствие аварий за период эксплуатации, выполненные ранее работы по ремонту или реконструкции и другие данные, полученные при анализе технической и эксплуатационной документации.

Своевременное проведение диагностики котлов (с правильным учетом критериев прочности) гарантирует продление ресурса их работы до нормативного уровня.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лебедев, В.И. Расчет и проектирование теплогенерирующих установок систем теплоснабжения: учеб. пособие / В.И. Лебедев, Б.А. Пермяков, П.А. Хаванов. – М.: Стройиздат, 1992. – 360 с. – ISBN 5-274-01523-9.
2. РД 10-249-98. Нормы расчета на прочность стационарных котлов и трубопроводов пара и горячей воды / Госгортехнадзор России. – М.: НТЦ ПБ, 2010. – 270 с.
3. ПБ 10-574-03. Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов / Госгортехнадзор России. – М.: ПИО ОБТ, 2008. – 52 с.

## ИНДИВИДУАЛЬНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОТДАЧИ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Лапина Т.И., студент  
*доцент Гаврилов М.В.*

Теплопотребности помещений, выявленные в расчетных условиях, определяют площадь отопительных приборов. Площадь является постоянной характеристикой каждого установленного прибора. Между тем расчетные условия наблюдаются при отоплении зданий далеко не всегда. В течение отопительного сезона меняется температура наружного воздуха, на здания воздействуют ветер и солнечная радиация, тепловыделения в помещениях неравномерны. Поэтому для поддержания заданного теплового режима необходимо регулировать теплопередачу отопительных приборов.

Регулирование теплоотдачи приборов может быть качественным и количественным. Качественное регулирование достигается уменьшением температуры теплоносителя, направляемого в приборы из общего для системы теплового центра. Такое регулирование является центральным. Количественное регулирование теплоотдачи приборов достигается за счет уменьшения количества теплоносителя (воды или пара), поступающего в прибор. Оно может быть центральным, но может быть и местным, с помощью кранов и вентиляй, устанавливаемых у каждого прибора.

В системах парового отопления пределы качественного регулирования крайне ограничены, поскольку при изменении давления пара от 0,2 до 0,1 кгс/см<sup>2</sup> температура его снижается на 2,4 °С (от +104,2 до +101,8 °С), что недостаточно для сколько-нибудь заметного изменения теплоотдачи приборов. Центральное регулирование в системах парового отопления может быть только количественным – путем изменения количества пара, подаваемого в систему в зависимости от наружной температуры, либо путем подачи пара в приборы с перерывами. Кроме того, в системах парового отопления широко применяется местное регулирование теплоотдачи приборов.

В водяных системах отопления теплоотдачу нагревательных приборов регулируют качественно и количественно. Качественное регулирование возможно только центральное, а количественное может быть центральным и местным, индивидуальным. Однако в зданиях с

благоприятной ориентацией успешно применяется как центральное, так и местное качественное регулирование водяного отопления (пофасадное регулирование) [1].

Для индивидуального автоматического регулирования применяют регуляторы температуры прямого и косвенного действия. Радиаторный термостат – это устройство для автоматического регулирования температуры в отапливаемом помещении. Основным элементом регуляторов прямого действия является сильфон, частично заполненный легкокипящей жидкостью. При изменении температуры воздуха в помещении изменяется давление паров жидкости в сильфонной камере. Возникающее при этом расширение (сжатие) сильфона вызывает перемещение клапана регулятора и изменение расхода теплоносителя, подаваемого в нагревательный прибор (терморегуляторы фирмы «Данфос» и др.).

Регуляторы температуры непрямого действия используют электрическую энергию. Исполнительным органом регуляторов являются соленоидный вентиль, сочетающий в себе обычный вентиль и катушку электромагнита и работающий в двухпозиционном режиме (открыто-закрыто). Управление вентилем производится по сигналу датчика температуры (электроконтактный термометр), установленному в помещении [2].

Точность регулирования температуры внутреннего воздуха с помощью терморегуляторов составляет  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ . Термостат реагирует на повышение температуры и автоматически прекращает подачу воды в отопительный радиатор, в результате чего тот остывает. Индивидуальное регулирование в помещениях может осуществляться как с помощью ручных кранов, так и автоматических регуляторов. На практике показано, что системы отопления, оборудованные индивидуальными автоматическими регуляторами, работают устойчиво.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Регулирование теплопередачи отопительных приборов [электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.otopit-pribor.narod.ru/regulirovanie.html>
2. Основы энергосбережения в отопительно-вентиляционной технике / Б.Н. Курицын. – Саратов: Надежда, 1996. – 100 с. – ISBN 5-88618-057-5.

## ВЕНТИЛЯЦИЯ В ГАРАЖНЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

Лапшин Д.С., студент  
к.т.н., доцент Угорова С.В.

Сохранность автомобиля напрямую зависит от качества организации вентиляции в гараже. Благодаря гаражу машина получает надежную защиту от воздействия различных атмосферных факторов (особенно зимой), способных привести к разрушительным процессам в тех или иных ее деталях, узлах и элементах. Но не во всех случаях он может обеспечить надлежащий уровень безопасности автомобилю – важным условием является вентиляция в гараже. Она обязательно должна присутствовать и функционировать без сбоев и неполадок, потому что в противном случае машина со временем начнет покрываться коррозией.

Гаражная вентиляция призвана решать следующие задачи:

1. Выведение из гаражного помещения паров и газов, оказывающих негативное влияние на организм людей (схему их удаления можно увидеть на многочисленных видео и фото в интернете).

2. Правильная вентиляция обеспечивает просушку смотровой ямы, а также погреба в гараже (если, конечно, таковые имеются).

3. Выведение водяных паров, образующихся из-за попадающего в гараж вместе с машиной снега, дождя и грязи.

4. Защита конструктивных элементов гаражного помещения, достигающаяся за счет удаления появляющегося конденсата.

Существует 3 способа обустройства вентиляционной системы:

1. Естественная (основывается только лишь на естественных принципах аэродинамики и движения воздушных масс);

2. Комбинированная (естественные принципы воздухообмена используются в сочетании с механическим оборудованием, которое способствует более правильному, с точки зрения эффективности функционирования вентиляционной системы, движению воздуха);

3. Механическая (данный тип вентиляции предполагает применение специальной техники, преследующей задачу обеспечить приток и вытяжка воздуха).

Для формирования вентиляционных отверстий применяются трубы металлические либо асбестовые. Их диаметр подбирают, учитывая расход воздуха. Вообще, нормативы предусматривают следующий расчет – на



каждый квадратный метр гаража должно приходиться 15 мм диаметра трубы [1]. Есть еще одна формула, которую часто берут на вооружение в случаях, когда нужно сделать расчет отверстий для механических одноканальных конструкций – третья часть площади помещения должна равняться суммарному диаметру отверстий [1].

**Естественная вентиляция.** Данный способ воздухообмена является самым простым и эргономичным. Естественная вентиляция обеспечивается бесперебойным притоком воздуха из приточных ниш, которые следует размещать в нижней части гаража (желательно со стороны ворот). Каждое такое отверстие необходимо защищать специальной фильтрующей решеткой [2].

Поток свежего воздуха огибает нижнюю часть автомобиля, поднимается вверх, и выводится из гаражного помещения через специальное вытяжное отверстие. Назначение этого аэродинамического устройства состоит в удалении из гаражного помещения «отработанного воздуха».

Вытяжка в гараже должна располагаться на противоположной от приточного отверстия стороне. Для корректной работы всей вентиляционной системы следует поместить дефлектор прямо над вытяжным отверстием – напротив подающей воздух ниши [2].

Для надежности воздухообменного комплекса важно чтобы вытяжной воздуховод выступал над кровлей и был утеплен.

**Механический воздухообмен.** Такой способ контролирования и регулирования воздушных потоков предусматривает наличие тех же отдельных комплексов – приточного и вытяжного.

Приточная схема включает в себя комплекс фильтрации подающегося воздуха, вентилятор, а также электрический калорифер для быстрого обогрева воздушных масс [1].

Вытяжная система состоит из простого осевого вентиляторного устройства, которое можно дополнить при желании воздуховодом, оснащенным канальным вентилятором.

Организация механического проветривания осуществляется двумя способами:

1. Модульный способ – это схема учитывает наличие отдельных блоков, работающих автономно. Один блок отвечает за приток воздушного потока, второй-за удаление отработанного воздуха.

2. Моноблочный способ – в этом случае все функции по подаче и оттоку воздуха берет на себя единственный комплексный блок, оборудованный специальными пластинчатыми рекуператорами.

**Комбинированный воздухообмен.** Этот способ, сохраняя простоту и экономичность естественной вентиляции, предполагает использование на выходе устройства для принудительного удаления воздуха. Комплекс комбинированного воздухообмена включает естественное попадание воздушного потока в гаражное пространство, и вытяжное воздействие на него посредством вентилятора, установленного в выходном шлюзе. Вытягивая из помещения воздух, впитавший испарения и пыль, электрический вентилятор позволяет гаражу тут же заполниться свежим воздушным потоком [3].

Необходимо учесть и недостатки комбинированной системы:

1. Гараж сильно переохлаждается в зимнее время.
2. Не предусматривается фильтрация воздуха.

Вне зависимости от того какой способ проветривания гаражного помещения выбран – каждый тип вентиляции имеет свои преимущества и недостатки. Для отапливаемого гаража оптимальным решением станет использование механического воздухообмена. Естественная вентиляция подойдет владельцем неотапливаемых гаражей. Механический воздухообменный комплекс применяется в больших подземных гаражах.

Также необходимо оснастить вентиляционные шлюзы надежными решетками, которые защитят гаражное помещение от грызунов, крупного мусора. К тому же, решетки на воздуховодах изменению площади проточного сечения [3].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ананьев, В.А. Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика / В.А. Ананьев [и др.]. – М.: Евроклимат, 2003. – 460 с. – ISBN 5-89520-044-3.
2. Отопление и вентиляция: учебник для вузов: в 2-х ч. Ч. 2: Вентиляция / Под ред. В.Н. Богословского. – М.: Стройиздат, 1976. – 439 с.
3. Стефанов, Е.В. Вентиляция и кондиционирование воздуха: учеб. пособие / Е.В. Стефанов. – СПб.: АВОК Северо-Запад, 2005. – 402 с. – ISBN 5-902146-08-9.

## ВНУТРИКОТЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ

Лапшин Д.С., студент  
*к.т.н., доцент Дорофеев В.Н.*

Внутри поверхностей нагрева протекают следующие процессы: подогрев и испарение воды, перегрев пара. Этим процессам сопутствуют:

1. Выделение из воды растворенных.
2. Выпадение из воды солей кальция и магния (накипеобразователей), коррозионное разрушение кислородом и двуокисью углерода внутренних поверхностей, изготовленных из стали с образованием окислов железа.
3. Выделение из воды кристаллизовавшихся солей жесткости и образование вместе с продуктами коррозии на внутренних поверхностях нагрева отложений – накипи и шлама.

Для предотвращения или сведения к минимуму влияния каждого из указанных явлений проводятся специальные мероприятия. Так, при нагревании воды для смыва со стенок труб пузырьков газа или пара скорость движения воды выбирают достаточно высокой, а воду до подачи в котельный агрегат освобождают от растворенных в ней газов в деаэраторах [1–3].

Для предупреждения образования отложений на обогреваемых стенках в специальных аппаратах-фильтрах вода подвергается механической и химической очистке от примесей и солей жесткости. Содержание в котловой воде растворенных солей и шлама регулируется путем их удаления с частью котловой воды – продувкой.

Далее следует создать режим парообразования, требуемый по условиям надежности работы металла и обеспечивающий отвод теплоты, и удаление с обогреваемой поверхности образовавшихся пузырьков пара. Этого достигают обеспечением соответствующих скоростей движения воды, пароводяной смеси и пара. Далее необходимо распределять расходы среды по отдельным трубам и элементам в соответствии с получаемым ими количеством теплоты. Этого достигают применением формы коллекторов: правильным расположением на них подводящих и отводящих труб, применением обогреваемых труб одинаковой длины и имеющих равное гидравлическое сопротивление и проведением ряда других мероприятий конструктивного характера.

Для лучшего отделения воды от пара (сепарации) следует правильно выбирать размеры барабанов и надлежащим образом распределить по его образующим паропроводящие и водоподводящие трубы, устройства для продувки. Кроме того, в верхнем барабане или вне его устанавливают специальные приспособления для осушки пара. В некоторых случаях для защиты турбин, арматуры и труб пароперегревателя от отложений применяют устройства для промывки пара питательной водой.

Для удаления, накапливающегося при работе котлоагрегата шлама в соответствующих элементах агрегатов устанавливают устройства для продувки; воздух и газы, выделяющиеся из воды, удаляются через воздушники.

Перечисленные выше процессы принято называть внутрикотловыми, и, хотя они протекают совместно, их рассматривают отдельно, выделяя процессы образования отложений, шлама, удаления газов.

Движение теплоносителя возникает из-за разности плотностей теплоносителя в обогреваемой и необогреваемой частях контура. Уменьшение плотности теплоносителя в подъемной части контура по сравнению с его плотностью в опускных трубах возникает за счет обогрева. При дальнейшем нагреве теплоносителя часть его превращается в пар. Плотность пароводяной смеси значительно меньше плотности исходного теплоносителя, что еще более интенсифицирует движение в контуре.

Кроме того, пузырьки пара всегда легче жидкости, и поэтому они стремятся занять верхнее положение, поднимаются и увлекают за собой нагреваемую жидкость.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Равич, М.И. Внутрикотловые физико-химические процессы и водный режим котлов высокого давления / М.И. Равич. – М.: Госэнергоиздат, 1951. – 252 с.
2. Стырикович, М.А. Внутрикотловые процессы / М.А. Стырикович. – М.: Госэнергоиздат, 1954. – 337 с.
3. Гужулев, Э.П. Водоподготовка и водно-химические режимы в теплоэнергетике: учеб. пособие / Э.П. Гужулев [и др.]. – Омск: ОмГТУ, 2005. – 384 с. – ISBN 5-8149-0242-6.

## ПЛАСТИНЧАТЫЕ ВОДОНАГРЕВАТЕЛИ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В СИСТЕМАХ ОТОПЛЕНИЯ

Лапшин Д.С., студент  
*доцент Гаврилов М.В.*

Основное назначение систем теплоснабжения – это создание комфортной среды в помещении: дома, на работе, в общественном месте. Теплообменники – это устройства, в которых происходит передача тепла от греющей среды к нагреваемой среде. Теплообменники делятся на два вида: пластинчатые и трубчатые. Пластинчатые теплообменники – это теплообменники, которые передают тепло через гофрированные пластины толщиной от 0,4 до 0,7 мм из нержавеющей стали или других сплавов. В трубчатых теплообменниках нагреваемая среда проходит через трубки малого диаметра, находящиеся в трубе большого диаметра с теплоносителем.

Теплообменник современного типа состоит из нескольких частей, каждая из которых играет свою важную роль [3]: неподвижной плиты, к которой присоединяются все подводимые патрубки; прижимной плиты; теплообменных пластин со вставленными прокладками уплотнительного типа; верхней и нижней направляющих; задней стойки; шпилек с резьбой.

Процесс теплообмена в пластинчатом теплообменнике обеспечивается противотоком движения жидкостей. Патрубки и фланцы теплообменника находятся на неподвижной плите (пластинчатый теплообменник одноходовой) и на подвижной плите (двухходовые и трехходовые теплообменники). Мощность зависит от следующих параметров: размер, количество пластин. Мощность теплообменника рассчитывается специальной компьютерной программой.

Устройство пластинчатого теплообменника [2]: неподвижная плита с присоединительными патрубками; задняя прижимная плита; теплообменные пластины с уплотнительными прокладками; верхняя направляющая; нижняя направляющая; резьбовые шпильки.

Благодаря такой уникальной конструкции теплообменник способен обеспечивать наиболее эффективную компоновку всей поверхности используемого теплообменника, что дает возможность создавать небольшой по габаритам аппарат отопления. Абсолютно все пластины в собранном пакете одинаковы, только часть из них развернута к другой под

углом в 180 градусов. Именно поэтому во время необходимого стягивания всего пакета должны образовываться каналы. Именно через них во время процесса нагрева и протекает рабочая жидкость, принимающая участие в теплообмене. Благодаря такой компоновке элементов системы достигается правильное чередование каналов.

Каждый пластинчатый теплообменник проходит гидравлические испытания. Теплоконтроль обеспечивает и гарантирует высокое качество производимых им теплообменников [1].

Сегодня можно смело утверждать, что теплообменники пластинчатого типа из-за своих технических характеристик являются более популярными. Ключевой элемент любого современного теплообменника – это теплопередающие пластины, которые изготавливаются из стали, не подверженной коррозии, толщина пластин находится в диапазоне от 0,4 до 1 мм. Для изготовления используется высокотехнологичный метод штамповки.

Преимущества пластинчатых теплообменников:

1. Высокий уровень компактности;
2. Пластинчатые теплообменники имеют высокий коэффициент теплопередачи;
3. Коэффициент тепловых потерь максимально низкий;
4. Потери давления находятся на минимальном уровне;
5. Выполнение монтажно-наладочных, ремонтных и изоляционных работ требует низких финансовых затрат;
6. При возможном засорении это устройство может быть разобрано, очищено и собрано обратно всего двумя рабочими уже через 4-6 часов;
7. Имеется возможность добавить мощность пластинам.

Кратко опишем сферу применения пластинчатых теплообменников.

*Пищевая промышленность.* Производя спирт, пиво, растительное масло, сахар и молочные продукты, обязательно используют теплообменники. Здесь они предназначены для пастеризации продуктов, их охлаждения и возможного испарения. Для таких целей очень часто используют паяный вид пластинчатых теплообменников, хотя нередко также применяют разборной теплообменник.

*Металлургия.* Охлаждение на металлургии нужно как нигде. Это связано с тем, что печи, стаканы, различные гидравлические системы и другие устройства вырабатывают огромное количество тепла. Для снижения этого показателя используют пластинчатые теплообменники,

которые выступают как охладители. В качестве охладителей могут использоваться паяные, сварные и даже спиральные теплообменники. Выбор устройства напрямую зависит от условий его эксплуатации.

*Судостроение.* За охлаждение главного двигателя судна и всей центральной системы также отвечает теплообменник. Здесь вместо обычной среды может быть использована морская вода или моторные масла различных уровней вязкости. Кроме этого на судне теплообменники могут применять для поддержания работы отопительной системы, для ГВС, но это касается исключительно крупных судов.

*Нефтегазовая промышленность.* Для крекинга, охлаждения и подогрева нефти также используются пластинчатые теплообменники: низкого давления; сетевые; химической подготовки воды [1].

В таких теплообменниках принято использовать пластины из титана, толщиной в 7 мм, с давлением в 25 бар. Для такого оборудования применяют уплотнители NBR или Витон, если нужны прокладки устойчивые к высоким температурным условиям.

*Коммунальное теплоснабжение.* Подогрев воды, «теплый пол», горячее водоснабжение – для всего этого также используют пластинчатые теплообменники. Такое устройство способно работать при температуре до 150 °С, с давлением до 16 кПа. В таких теплообменниках используют пластины из антикоррозийной стали, толщина которых может достигать 5 мм. Имеется уплотнение из этиленпропилена.

Как показывает практика, современный пластинчатый теплообменник все же немного уступает старому кожухотрубному по одному критерию. Выдавая большой расход, скоростные агрегаты немного недогревают выходящую жидкость, этот недостаток обнаружен специалистами во время эксплуатации. Поэтому при подборе количества и площади пластин принято делать небольшой запас.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Назарова, В.И. Современные системы отопления / В.И. Назарова. – М.: РИПОЛ классик, 2011. – 320 с. – ISBN 978-5-386-02873-2.
2. Покотиллов, В.В. Системы водяного отопления / В.В. Покотиллов. – Вена: HERZ Armaturen, 2008. – 61 с.
3. Фокин, С.В. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования зданий: устройство, монтаж и эксплуатация / С.В. Фокин, О.Н. Шпортько. – М.: Кнорус, 2016. – 368 с. – ISBN 978-5-406-04784-2.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОПЛИВА ИЗ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОТХОДОВ И ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА НА ТЕРРИТОРИИ ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Мальшева Е.В., студент  
*к.т.н., профессор Тарасенко В.И.*

Ключевая задача нашего поколения – переход от использования энергии из не возобновляемых видов топлива к экологически чистым технологиям производства энергии из возобновляемых источников. Мировой спрос на транспортное топливо растет, легко добываемые запасы нефти истощаются. Следовательно, добыча нефти с каждым годом становится более дорогим мероприятием. Биологическое топливо, в отличие от ископаемых видов топлива, таких, как этилированный бензин и дизельное топливо, производится из возобновляемого биологического материала, следовательно, проблема истощения ресурсов отсутствует.

Сельскохозяйственные отходы представляют собой часть сельскохозяйственных культур, которая остается на поле после сбора урожая, собираемого в процессе сортировки, очистки и подготовки к переработке. При вспашке грунта сельскохозяйственные полевые отходы обычно остаются в нем (без каких-либо дополнительных затрат), а отходы, собираемые на складах, либо продаются в качестве корма для скота, либо уничтожаются. Сельскохозяйственные отходы делят на растительные сельскохозяйственные и животноводческие. Растительные сельскохозяйственные отходы. Растительные отходы сельского хозяйства – это остатки растительности при извлечении необходимой части сельскохозяйственной культуры после сбора урожая и его промышленной переработки. Выделяются две группы таких отходов: сельскохозяйственного производства; перерабатывающей промышленности.

К 1-й группе относятся отходы, которые остаются после сбора урожая: солома злаковых культур, стебли подсолнуха и кукурузы, ботва овощных культур и пр. Ко 2-й группе относятся остатки перерабатывающей промышленности: шелуха, мякина, кожура и пр.

Из сельскохозяйственных отходов можно получать разные виды топлива: горючие газы ( $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{CH}_4$  и др.), жидкие топлива (спирты, жидкие углеводы) и углистые вещества. Соотношение и выход



компонентов при переработке биомассы на энергоносители зависит от ряда факторов, в основном – от состава биомассы и технологии переработки.

Животноводческие сельскохозяйственные отходы. Это отходы органического происхождения, в основной массе – навоз и навозные стоки большого рогатого скота, свиней, куриный помет. Сопутствующими им могут быть материалы, которые используются для подстилки – солома, трава, торф. Все эти отходы применяются в сельском хозяйстве в качестве удобрений, поэтому необходимость внедрения современных методов их переработки не всегда принимается с пониманием

Существуют современные технологии утилизации и переработки отходов птицеводства и животноводства, ниже рассмотрим особенности каждой технологии. Технология оборудования VacuumEcoDry представляет собой процесс разделения в диапазоне температур от 40 до 90 °С и давлении от 30 до 250 мм рт. ст. исходного материала влажностью до 99% на три составляющие:

- сухое органическое удобрение, корм, топливо, влажностью до 1%, которое может без какой-либо дополнительной обработки использоваться как удобрение, служить белковой кормовой добавкой для скота и птицы, топливом;
- воду, пригодную для дальнейшего использования;
- экологически безопасный выхлоп.

Технологический процесс вакуумной сушки веществ протекает в вакуумном объеме. В качестве первичного энергоносителя может использоваться электричество, природный газ, газ, получаемый в результате сопутствующих биологических процессов, отработанный пар, горячая вода. В связи с этими особенностями технологического процесса воздействие на окружающую среду имеет место только в случае использования в качестве энергоносителя газа, сжигаемого для подогрева воды. Исходный продукт поступает через приемный бункер в вакуумную камеру для сушки. Подача продукта осуществляется системой загрузки в объемах, строго согласованных с производительностью оборудования. В процессе сушки исходный продукт движется посредством транспортеров по теплообменникам. В ходе нагрева перерабатываемого материала происходит его кипение, и разделение на 3 составляющих (сухое вещество, конденсат, газ). Далее сухой конечный продукт поступает в камеру разгрузочную – сборник готовой продукции. Затем происходит выгрузка

готового продукта в непрерывном режиме шнековым транспортером и подача его на линию грануляции. После грануляции готовый продукт подается на линию упаковки, где фасуется в мешки по 50 литров.

Установка для переработки отходов птицеводства и животноводств. Навоз, поступающий на переработку, взвешивается на весовой платформе, расположенной перед приемным люком. Система производит взвешивание автоматически. Далее отходы подаются шлюзовым питателем, для обеспечения герметичности вакуумного подогревателя, на модуль сушки. В модуле сушки навоз с исходной влажностью 80...90% и температурой 20 °С поступают в вакуумный подогреватель конденсационного типа, где при давлении 0,07 МПа доводится до температуры кипения 39 °С. Испаренная влага (18% влаги которую необходимо удалить для снижения влажности до 15%) отводится водокольцевым насосом, создающим разрежение. Далее подогретый и подсушенный в первой ступени сушилки навоз нагнетается винтовым насосом в высокотемпературном подогревателе и движется под давлением 2,5...3,5 МПа. Здесь сырье нагревается до температуры 224 °С циркулирующим в рубашке высокотемпературным теплоносителем с температурой 250 °С.

Затем через дросселирующий патрубок навоз разбрасывается в бак, который находится под атмосферным давлением. Здесь при сбросе давления происходит испарение влаги (23% от общего количества влаги). Выделившийся в баке насыщенный пар поступает на утилизацию в вакуумный подогреватель. Здесь он конденсируется и охлаждается до температуры 600С, отдавая тепло на сушку навоза в первой ступени. Подсушенный навоз из бака выгружается шлюзовым питателем в поток сушильного агента (дымовые газы) исходящий из теплогенератора и пневмотранспортом подается совместно с ним в валковую сушилку. После сушки навоз поступает на брикетирование. Количество животноводческих отходов, учитывая их влажность, поступающих на брикетирование, составляет 2,57 тонны в час. После брикетирования сырье поступает в бункер подготовленного сырья, объемом 75 м<sup>3</sup>, который обеспечивает суточный запас.

## ПРИБОРЫ ДЛЯ БЕСКОНТАКТНОЙ ТЕРМОМЕТРИИ

Малышева Е.В., магистрант  
*к.т.н., доцент Стариков А.Н.*

В доменных и обжиговых печах, водонагревателях выход из строя огнеупорного материала или теплоизоляции, образование накипи в чугунных секциях, блокирование труб, печей и котлов, образование гари в трубах приводят к бесполезной трате энергии, к образованию трещин в чугунных секциях. Замена секции обходится в 1 200...5 000 долл. Замена водонагревателя – 8 000...30 000 долл. В обжиговых печах из-за перегрева могут произойти деформация оболочки, потеря подшипников, агрегатов. Ремонт составит 5 000...100 000 долл., замена – 1 000 000 долл. [1].

На одном из заводов разработана серия пирометров и моделей абсолютно черных тел (АЧТ) с различными параметрами, стоимость которых ниже стоимости импортных и отечественных аналогов. Опытные образцы тепловизионных систем (СТК-1) отлаживались и до сих пор эксплуатируются на некоторых заводах. Во всех пирометрах серии применена диафрагменная система фокусировки, позволяющая получить показатель визирования до 1:40 и минимальную площадь контролируемого объекта до 2...3 кв. мм. Для обработки полученного сигнала используется как микропроцессор, так и аналоговый узел вычислений [2].

Портативный пирометр ПП-1 предназначен для бесконтактного измерения температуры поверхностей твердых (сыпучих) тел и воды по их собственному тепловому излучению. При этом размеры исследуемой поверхности объекта определяются угловым полем зрения пирометра. Пирометры применяются для контроля состояния объектов и технологических процессов в различных отраслях промышленности, а также при проведении научных исследований.

В зависимости от исполнения диапазон измеряемых температур составляет от –20 до 400 °С, от 100 до 1200 °С и от 400 до 2000 °С, показатель визирования соответственно 1:8, 1:12, 1:15. Пирометр имеет небольшие габаритные размеры (100×60×140 мм), небольшой потребляемый ток (около 10 мА). Среднее время непрерывной работы без замены батареи питания составляет 48...72 часа. Основная приведенная погрешность измерения не превышает 2%.

Стационарный пирометр СТ-1 предназначен для преобразования инфракрасного излучения спектрального диапазона 2,5...5 мкм нагретых поверхностей в электрический сигнал постоянного тока 0...5 мА (4...20 мА) с целью бесконтактного измерения температуры поверхностей твердых и сыпучих тел, газовых струй, воды с диапазоном излучательной способности от 0,1 до 1 в суммарном диапазоне от 150 до 2000 °С. Пирометры этой серии разработаны для контроля различных производственных процессов, для долговременной работы в системах регулирования и АСУТП. Пирометры выпускаются в четырех исполнениях в зависимости от диапазона измеряемых температур и показателя визирования.

Пирометр стационарный высокотемпературный ПСВ-1 предназначен для измерения температур в диапазоне от 300 до 2000 °С (300...950 °С, 800...2000 °С в зависимости от исполнения) с приведенной погрешностью не более 2%. В ПСВ-1 устанавливается аналоговый узел непрерывной обработки сигнала, обеспечивающий линейную зависимость выходного тока (0...5, 4...20 мА) от температуры объекта. Отличительной особенностью прибора является возможность работы теплоизмеряющей головки при температуре окружающего воздуха до 120 °С.

Быстродействующий стационарный пирометр ПСД-1 предназначен для измерения температур в диапазоне 700...2500 °С совместно с компьютером. Этот прибор наиболее подходит для контроля быстропротекающих тепловых процессов, определения температуры перемещающихся объектов в промышленности, незаменим при научных исследованиях. Он был разработан для станов горячей прокатки металлов. При скорости прокатки около 20 м/с он позволяет определять распределение температур по длине листа через 2 см (до 960 замеров в секунду) и выводить соответствующие графики, прилагаемые к каждой бобине проката. Аппаратные требования к компьютеру предъявляются исходя из максимальной скорости измерений.

Тепловизор сканирующий строчный ТСС-1 обеспечивает сканирование равномерно движущихся объектов (вращающиеся печи, прокат и т.п.) с разрешением не менее 150 элементов в строке с углом обзора 120°. Прибор отображает тепловые поля в диапазоне от 200 до 650 °С с разрешающей способностью по температуре 1°С. Тепловизор предназначен для дистанционной визуализации тепловых полей объектов различных областей промышленности в реальном времени, их

регистрации и хранения в виде изображений. Полученная картина распределения температур на поверхности объекта позволяет судить о ходе тепловых процессов, состоянии теплоизоляции, определять места перегрева тепловых установок и т.п.

Модели абсолютно черных тел (АЧТ) являются эталонными излучателями и предназначены для поверки пирометров с рабочими участками в любой области спектра. АЧТ разрабатывались для поверки и аттестации пирометров, разработанных на заводе «Эталон», но они пригодны и для поверки пирометров других фирм соответствующего класса точности.

АЧТ-165/40/100 предназначен для настройки и поверки средств бесконтактного измерения температуры (пирометров суммарного и частичного излучения, сканирующих пирометров и др.) в диапазоне температур от 40 до 100 °С в лабораторных и цеховых условиях. При аттестации получены следующие характеристики: коэффициент излучения полости не менее 0,98, погрешность воспроизведения температуры излучающей полости и нестабильность ее поддержания за 30 минут не более 0,1 °С, разрешение температурного дисплея – 0,01 °С.

АЧТ-100/1100 предназначен для проверки и градуировки пирометров в диапазоне температур от 100 до 1100 °С в лабораторных условиях. Основной частью изделия является печь МТП-2М, в которой установлена вставка из жаропрочного металла с конической излучающей полостью диаметром 50 мм. Угол конической полости и положение вставки относительно торцевых полостей печи подобраны таким образом, чтобы обеспечить минимальный градиент по поверхности конуса.

АЧТ-16/900/2500 предназначен для градуировки и проверки рабочих средств бесконтактного измерения температуры в диапазоне от 900 до 2500 °С. АЧТ-16/900/2500 также реализует цилиндрическую (с гофрированным дном) модель АЧТ с автоматическим поддержанием температуры излучающей полости и атмосферой инертного газа (аргона) внутри.

В настоящее время пирометры ПП-11 и СТ-1 прошли испытания на утверждение типа, получены соответствующие сертификаты.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Главный энергетик. – 2004. – № 3. – С. 71–75.  
Экологические системы. – 2005. – № 5.

## ТОРФЯНАЯ ЭНЕРГИЯ В ГУСЬ-ХРУСТАЛЬНОМ РАЙОНЕ

Маресьева Н.А., студент  
*к.т.н., профессор Тарасенко В.И.*

Современные технологии позволяют максимально использовать возможности торфа. Развитие малой распределенной энергетики позволяет не только обеспечивать потребителей гарантированной энергией и дает возможность снизить темпы роста тарифов на тепло, но и создает новые рабочие места и дополнительные налоговые поступления в регионах [1–4]. Торф (от арабск. turab) – земля (отсюда нем. Torf), плотная масса, образовавшаяся из перегнивших остатков болотных растений, по текстуре однородная, иногда слоистая, листоватая или пористая, структура обычно волокнистая.

Применение торфа экономически выгодно и абсолютно безвредно с экологической точки зрения. Выгода от использования его в качестве местного источника энергии очевидна: стоимость тепла, выработанного на нем ниже, чем на привозном угле или мазуте.

Среди полезных ископаемых видное место занимает торф. Во Владимирской области насчитывается более тысячи торфяных месторождений. На 180 месторождениях ведется добыча. Наиболее крупные и механизированные торфодобывающие предприятия: Гусевское, Тасинский Бор, Мезиновское, Асерховское, Орловское, Второвское, Меленковское. Торф используется в качестве топлива, удобрения и сырья для химической промышленности.

Поиск альтернативы дровам и углежжению привел к середине XIX века и к использованию торфа в качестве топлива. Развивающаяся в крае стекольная промышленность стала основным его потребителем. Первые промышленные разработки торфа начались в Приозерной Мещере недалеко от Гусь-Хрустального в левобережной части реки Польш.

Начавшееся с первых лет советской интенсивное освоение природных ресурсов привело к расширению масштабов торфоразработок. Было значительно расширено созданное в самом начале XX века Гусевское торфопредприятие. Кроме того, в 1918 г. основаны Мезиновское, Тасин-Борское торфопредприятия, которые с двадцатых годов до начала девяностых, когда произошел резкий спад в добыче торфа, осушили и освоили более 20 тыс. га торфяных месторождений вдоль речного

коридора рек Польша и Бужа. В конце восьмидесятых годов только мезиновское предприятие заготавливало в год 596 тыс. т торфа. К тому времени он уже давно потерял свое значение как топливо и использовался в основном в сельском хозяйстве. Огромные участки выработанной торфяных «карт» с возвышающимися горами намытого торфа, ждущего своей отправки на колхозные поля, стали неотъемлемой частью мещерского ландшафта.

Торф как топливо используется главным образом на электростанциях. Качество торфа как топлива определяется в основном следующими показателями: теплотой сгорания, зольностью и влажностью. Теплота сгорания и зольность зависят исключительно от природы торфа. Влажность торфяного топлива складывается под влиянием природных особенностей исходного материала и в основном технологического процесса торфяного производства. По показателю теплоты сгорания органической массы торфа все типы залежей дают довольно близкие цифры. Сравнительная таблица теплотворности некоторых видов топлива представлена в табл. 1

Таблица 1

Сравнительная таблица теплотворности некоторых видов топлива

Вид топлива	Ед. изм.	Удельная теплота сгорания			Эквивалент		
		ккал	кВт	МДж	Природный газ, м <sup>3</sup>	Диз топливо	мазут
Мазут	1 л	9700	11,2	40,61	1,213	0,942	–
Керосин	1 л	10400	12,0	43,50	1,300	1,010	1,072
Нефть	1 л	10500	12,2	44,00	1,313	1,019	1,082
Бензин	1 л	10500	12,2	44,00	1,313	1,019	1,082
Газ природный	1 м <sup>3</sup>	8000	9,3	33,50	–	0,777	0,825
Газ сжиженный	1 кг	10800	12,5	45,20	1,350	1,049	1,113
Метан	1 м <sup>3</sup>	11950	13,8	50,03	1,494	1,160	1,232
Пропан	1 м <sup>3</sup>	10885	12,6	45,57	1,361	1,057	1,122
Этилен	1 м <sup>3</sup>	11470	13,3	48,02	1,434	1,114	1,182
Водород	1 м <sup>3</sup>	28700	33,2	120,00	3,588	2,786	2,959
Уголь каменный (W=10%)	1 кг	6450	7,5	27,00	0,806	0,626	0,665
Уголь бурый (W=30...40%)	1 кг	3100	3,6	12,98	0,388	0,301	0,320
Уголь-антрацит	1 кг	6700	7,8	28,05	0,838	0,650	0,691
Уголь древесный	1 кг	6510	7,5	27,26	0,814	0,632	0,671

Торф (W=40%)	1 кг	2900	3,6	12,10	0,363	0,282	0,299
Торф брикеты (W=15%)	1 кг	4200	4,9	17,58	0,525	0,408	0,433
Торф крошка	1 кг	2590	3,0	10,84	0,324	0,251	0,267

Естественная зольность торфа имеет большие колебания, иногда далеко выходящие за пределы, установленные для торфа как топлива. Максимальная допустимая зольность торфяного топлива определяется в 23%, с повышением этого предела до 35% для торфяных месторождений.

Влажность торфяного топлива обусловлена технологическим процессом торфяного производства и в большей степени определяет качество торфа как топлива. Рабочая влажность для фрезерного торфа установлена 40%.

Таким образом, у торфа появляется все больше перспектив, так как цены на газ и уголь растут.

Стимул для развития этого вида энергетики придаст и то, что вскоре в России торф будет отнесен к возобновляемым источникам энергии – соответствующие изменения в законодательство уже согласованы на уровне Кабинета министров. Это позволит проектам в торфяной энергетике получать господдержку наряду с солнечными и ветровыми проектами.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воронин, С.М. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: курс лекций / С.М. Воронин. – Зеленоград: ФГОУ ВПО АЧГАА, 2008. – 126 с.
2. ГОСТ 11306-83\*. Торф и продукты его переработки. Методы определения зольности / Минтоппром РСФСР. – М.: Изд-во стандартов, 1994. – 8 с.
3. Государственный баланс запасов полезных ископаемых Российской Федерации на 01.01.2014). Вып. 96: Торф. Сводные данные / Росгеолфонд. – М.: ФГУ НПП Росгеолфонд, 2014. – 79 л. – Без ISBN.
4. Гусь-Хрустальный. Очерки истории Мещерского края / Сост.: С.Ю. Васильев. – Гусь-Хрустальный. Мещера, 2006. – 352 с. – Без ISBN.



# АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ОТОПЛЕНИЯ ЗДАНИЯ

Минина М.С., студент  
*к.т.н., доцент Зуев К.И.*

Тепло в жилище – один из основных критериев качества жизни человека с незапамятных времен. Но с развитием технологий теплоснабжения требования к отоплению возросли – сейчас уже мало просто обеспечить приемлемую температуру воздуха в здании, нужно также предусмотреть возможность ее изменять так, чтобы достичь наиболее комфортного климата для пользователей. И желательно – с сохранением эффективности, которая при постоянном росте цен на теплоносители также приобретает большое значение. Решение этих задач зависит от многих факторов: от отопительного оборудования в здании, параметров строения и ряда других. И не в последнюю очередь – от управления отоплением [1, 2].

Для удобства разделим управление отоплением условно на 4 этапа.

**1. Управление котлом (котлами).** Более выгодно использование двух, трех несколько меньших по мощности котлов, чем один, полной мощности. Котел работающий менее чем на 80% своей мощности эксплуатируется на сниженном КПД, а так называемый «каскад» котлов (специальная обвязка нескольких котлов в единую систему) под управлением специального контроллера работает в наиболее энергоэффективном режиме. Также выгодно пользоваться котлом со встроенной автоматикой.

Популярные котлы, представленные компанией ВАХИ – настенный газовый котел третьего поколения Luna-3 Comfort. Основная изюминка данных котлов – это съемная цифровая панель управления, являющаяся также и датчиком комнатной температуры.

Цифровая панель управления не только позволяет легко настраивать и мгновенно диагностировать котел, но и запоминает последние ошибки в работе системы. Температуру помещения и температуру горячей воды можно устанавливать непосредственно на выносной панели управления. Выносная панель управления также снабжена двухуровневым недельным таймером и выполняет функции программируемого комнатного

термостата, а также предусмотрено подключение датчика уличной температуры для работы, встроенной погодозависимой автоматики.

**2. Управление «потребителями».** В современном частном доме, коттедже их может быть множество. К примеру: контур отопления теплыми полами, радиаторный контур отопления, подогрева воды бассейна – тоже отдельный контур, подогрев приточной вентиляции – этот контур стыкует систему отопления и вентиляции, контур подогрева горячей воды и т.п., и у каждого из перечисленных «потребителей» свой температурный и временной алгоритм работы. Такие системы строятся как правило на базе гидравлического распределителя «гидрострелки». Данная система не расходует тепло если в помещениях или к примеру контуре вентиляции установлена необходимая от заданной температуры, и котел работает в экономичном дежурном режиме.

**3. Зональное управление температурой воздуха.** Задача управления на этом этапе – автоматизировать процесс так, чтобы отопительные приборы отдавали столько тепла, сколько необходимо для поддержания комфортной температуры в помещениях.

С данной проблемой поможет справиться термостатический вентиль. Такой вентиль имеет головку, на которой можно выставить желаемую температуру. Когда температура в комнате становится ниже заданной, термовентиль открывается и через радиатор (контур теплого пола) циркулирует больше теплоносителя от отопительного котла. Температура в комнате повышается. При достижении заданной температуры термовентиль закрывается, теплоноситель через радиатор не циркулирует, и температура в комнате начинает падать.

Другой способ автоматизации – это установка комнатного регулятора температуры. Этот прибор устанавливается в одной из комнат и управляет температурой котловой воды (в случае газового или электрического котла) или управляет включением и выключением насоса, подающего котловую воду к радиаторам (в случае твердотопливного котла). На нем задается необходимая в помещении температура и прибор автоматически эту температуру поддерживает (увеличивая или уменьшая мощность горелки котла, включая или выключая котловой насос).

Комбинированный вариант управления: самая комфортная система регулирования температуры получается, если совместить оба описанных метода, т.е. установить и комнатный регулятор температуры, и термостатические вентиля.

**4. Управление всей системой.** Под этим подразумевается общее влияние на работу системы, – например, GSM-дистанционное управление или программируемый хронометрический комнатный термостат.

Одним из важнейших компонентов отопительной системы является термостат. Основная задача термостата – при помощи легких манипуляций рукой менять уровень температуры в помещении, на определенном этаже или в целом доме, в зависимости от того, как и где прибор установлен. Погодозависимый термостат является самым выгодным, технологичным и дорогим термостатом. Основой системы является специальный электронный блок, имеющий один или несколько слотов (гнезд) для установки обычных SIM-карт сотовой связи. Более совершенные модели оснащены и разъемом LAN, куда подключается кабель интернет-соединения. Также к прибору присоединяются различные датчики – температуры, давления, пожарной сигнализации и так далее. Отдельными кабелями электронный блок стыкуется с котлом и другими домашними системами отопления или сигнализации. Когда какой-либо из датчиков фиксирует нарушение этих условий, например, снижение температуры в загородном доме, то процессор дает команду GSM модулю отправить информирующее СМС на телефонный номер домовладельца.

Подводя итог хотелось бы отметить положительные и отрицательные стороны от автоматизации систем отопления. Достоинства очевидны: экономия расходов на отопление; комфорт при любой погоде и температуре на улице; удобство эксплуатации.

Единственным минусом автоматизации является – удорожание стоимости проекта на начальном этапе. Но взамен получаете окупаемость – за счет экономии средств на используемых энергоносителях. Вы в течении какого-то небольшого срока получаете возврат своих средств, вложенных в автоматизацию и в само отопление.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пырков, В.В. Особенности современных систем водяного отопления / В.В. Пырков. – К.: Такі справи, 2003. – 176 с. – ISBN 966-96222-7-1.
2. Шарапов, В.И. Инженерные системы зданий и сооружений. Теплогазоснабжение с основами теплотехники / В.И. Шарапов. – Ульяновск: УлГТУ, 2013. – 155 с. – ISBN 978-5-9795-1129-0.

## СЕТИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА Г. ДМИТРОВА

Полякова О.Г., студент  
*к.т.н., доцент Мельников В.М.*

Системы теплоснабжения есть совокупность составляющих элементов, деталей, узлов и блоков, а именно, «...в части их взаимодействия в едином технологическом процессе производства, распределения, транспортирования и потребления теплоты», п. 1.4 [1].

Выбор системы теплоснабжения объекта производится на основании утвержденной в установленном порядке схемы теплоснабжения п. 6.1 [1].

Принятая к разработке в проекте схема теплоснабжения должна обеспечивать:

- безопасность и надежность теплоснабжения потребителей;
- энергетическую эффективность теплоснабжения и потребления тепловой энергии;
- нормативный уровень надежности, определяемый тремя критериями: вероятностью безотказной работы, готовностью (качеством) теплоснабжения и живучестью;
- требования экологии.

Тепловые сети – это системы трубопроводов, предназначенных для организации теплоснабжения различных объектов. По ним, с помощью пара или горячей воды, передвигается тепло, начиная от котельной и заканчивая конечным потребителем, а затем возвращается обратно. Именно в связи с тем, что тепловая энергия совершает круговорот, у тепловых коммуникаций всегда четное количество труб [2].

Источником теплоснабжения на территории производственного комплекса г. Дмитров является собственная котельная.

Котельная предназначена для подачи тепла для систем отопления, горячего водоснабжения, вентиляции и технологических нужд административных и производственных зданий.

В помещении котельной устанавливаются два водогрейных котла Duotherm Polykraft 2500 номинальной тепловой мощностью 2500 кВт каждый, производства фирмы POLYKRAFT, работающие на природном газе.

Отпуск тепла на отопление, ГВС, вентиляцию и технологические нужды осуществляется по закрытой независимой схеме через теплообменники, установленные в ИТП административно-производственных корпусов.

Температурный график системы теплоснабжения:

Параметры теплоносителя: температура  $T_1 - T_2 = 105 - 75^\circ\text{C}$ , давление  $P_1 - P_2 = 6 - 3$  ат.

Для обеспечения циркуляции воды в системах котельной приняты к установке насосы фирмы Wilo (Германия). Для поддержания заданной температуры на входе в котлы к установке приняты двухходовые регулирующие клапана.

Тепловая сеть проектируется двухтрубной, тупиковой, нерезервированной, подающей теплоту на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение. Способ прокладки – надземный, внутри зданий и подземный.

Длина теплосети в 2-хтрубном исполнении по плану составляет  $\approx 950$  м. Подпитка теплосети производится из существующего водопровода.

Подпиточная вода, перед тем как попасть в сетевой и котловой контур подвергается химической обработке в установках обезжелезивания и умягчения воды «Аквафлоу». Удаление из воды катионов жесткости (т.е. кальция и магния) осуществляется в процессе ионного обмена, а именно, методом натрий-катионирования при пропускании исходной воды через слой ионообменной смолы.

Качественное и количественное регулирование отпуска тепловой энергии осуществляется в котельной. Для измерения температуры и давления предусмотрены контрольно-измерительные приборы, установленные в котельной.

Для строительства тепловых сетей приняты:

- трубы стальные с тепловой изоляцией из пенополиуретана в оцинкованной оболочке для надземной прокладки для температуры теплоносителя не более  $130^\circ\text{C}$  и рабочего давления – не более 1,6 МПа (16 ат);
- стальные электросварные трубы по ГОСТ 10704-91 с изоляцией К-флекс (тепловая изоляция – трубки из вспененного каучука K-Flex Solar НТ, толщина – 13 мм) для прокладки транзитной теплосети внутри зданий;

- стальные трубы в изоляции из пенополиуретана (ППУ) для подземной прокладки.

Предварительно изолированные трубы из стали с теплоизоляционным слоем из ППУ, покрытые спирально вальцованной сталью, используются для прокладки надземных теплосетей [3].

Защитная оболочка из оцинкованной стали не подвержена действию солнечных ультрафиолетовых лучей, а также других неблагоприятных атмосферных явлений.

Теплосеть прокладывается с уклоном. В низших точках устанавливаются спускные краны для опорожнения трубопроводов теплосети, а в верхних – воздушные краны для выпуска воздуха. Для слива теплоносителя из бесканальной теплосети проектируется ковер

Компенсация температурных расширений трубопроводов предусмотрена естественными углами поворота трассы и П-образными компенсаторами. В местах прохода теплопроводов сквозь стены зданий устанавливаются манжеты стенового ввода по две на каждую трубу.

Опоры под теплосеть выполняются на 150...200 мм ниже глубины промерзания. Нормативная глубина сезонного промерзания в районе работ для суглинков составляет 1,38 м, песков крупных и мелких – 1,68 м.

Врезка тепловых сетей производится на вводе в здание в существующие трубопроводы системы отопления.

Для гидравлического регулирования тепловых сетей проектом предусмотрена установка балансировочных кранов на обратном трубопроводе тепловой сети у каждого абонента.

Узлы регулирования с установкой балансировочных кранов на обратном трубопроводе, термометров и манометров размещаются внутри присоединяемого абонента на вводе трубопроводов сети отопления в здание.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 124.13330.2012. Тепловые сети / Минрегион России. – М.: ФГУП ЦПП, 2012. – 78 с.
2. Тепловые сети [электронный ресурс] // Режим доступа: <http://remenergo.net/teplovye-seti>.
3. СП 41-105-2002 Проектирование и строительство тепловых сетей бесканальной прокладкой из стальных труб / Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 2003. – 43 с.

## **РДП-50В – РЕГУЛЯТОР ДАВЛЕНИЯ ГАЗА ПРЯМОТОЧНОЙ КОНСТРУКЦИИ С ВЫСОКИМ ВЫХОДНЫМ ДАВЛЕНИЕМ**

Семенов Р.И., студент  
*к.т.н., профессор Тарасенко В.И.*

Регулятор давления газа РДП предназначен для редуцирования давления газа и автоматического поддержания выходного давления в заданных пределах независимо от изменения входного давления и расхода газа и применяется в системах газоснабжения промышленных, сельскохозяйственных и коммунально-бытовых объектов.

Преимущества регулятора РДП-50В: высокий уровень безопасной эксплуатации в различных системах газоснабжения; работают с любыми расходами газа (от 0 до 95 тыс. м<sup>3</sup>/ч); стабильность поддержания заданного выходного давления на уровне 1...2%; регуляторы мгновенно реагируют на изменение расхода газа; минимизированный уровень шума и вибрации; сниженный в 2 раза вес регулятора; срок службы – 35 лет; не требуют какого-либо обслуживания в течение 7 лет [1, 2].

Регулятор РДП (с условным проходом DN 50) выпускается в 2 вариантах: регулятор давления газа РДП-50Н – с низким выходным давлением; регулятор давления газа РДП-50В – с высоким выходным давлением.

Регулятор состоит из следующих основных узлов (рис. 1): исполнительного механизма А, стабилизатора Б, пилота (регулятора управления) В и соединительных трубопроводов Г. У регулятора с высоким выходным давлением стабилизатор отсутствует. Крышка исполнительного механизма имеет разъемную конструкцию и состоит из крышки 1 и фланца-переходника 2, соединяющихся между собой шпильками. По желанию заказчика регулятор может оснащаться встроенным шумоглушителем 3. Между корпусом 4 и крышкой 1 исполнительного механизма закреплена подвижная система 5 мембранного типа с тонкостенной гильзой 6. Гильза имеет возможность совершения возвратно-поступательного движения в направляющих 7, в которых установлены уплотнительные кольца 8. В крышке 1 неподвижно закреплен клапан 9 с эластичным уплотнением. Поджим гильзы 6 к клапану 9 осуществляется пружиной 10.

Стабилизатор Б является пружинным регулятором прямого действия и предназначен для поддержания постоянного перепада давления на входе Пилота В, что позволяет свести к минимуму зависимость работы регулятора от изменений входного давления. Стабилизатор настроен на постоянное выходное давление. Пилот В по своей конструкции аналогичен стабилизатору, однако имеет устройство регулировки выходного давления. Пилот является пневматическим задатчиком выходного давления регулятора. В корпус пилота встроен регулируемый дроссель 11 сбросной линии.

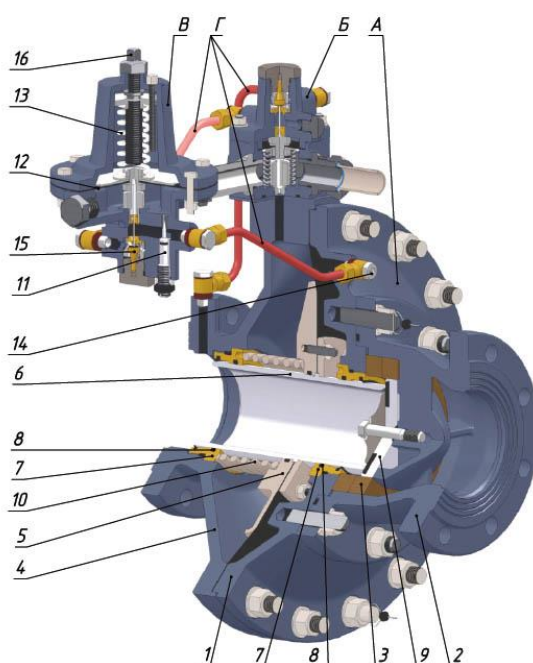


Рис. 1. Устройство РДП-50В: А – исполнительный механизм; Б – стабилизатор (у регулятора с высоким давлением отсутствует); В – пилот (регулятор давления); Г – соединительные трубопроводы; 1 – крышки; 2 – фланец переходник; 3 – шумоглушитель; 4 – корпус; 5 – подвижная система мембранного типа; 6 – тонкостенная гильза; 7 – направляющие; 8 – уплотнительные кольца; 9 – клапан с эластичным уплотнителем; 10 – пружина; 11 – регулируемый дроссель сбросной линии; 12 – мембрана; 13 – пружина; 14 – регулируемый дроссель; 15 – клапан пилота; 16 – винт

Подмембранная камера стабилизатора через импульсную линию соединяется с газопроводом за регулятором, а надмембранная – с входом пилота. С выхода пилота давление через регулируемый дроссель 14 подается в правую полость мембранной камеры исполнительного механизма А. Левая полость мембранной камеры исполнительного механизма и подмембранная камера пилота соединены с газопроводом за



регулятором. Сброс давления из правой полости мембранной камеры исполнительного механизма осуществляется через регулируемый дроссель, что позволяет добиться плавной работы регулятора. Работа регулятора осуществляется за счет энергии проходящей рабочей среды. Принцип работы РДП показан на рис. 2.

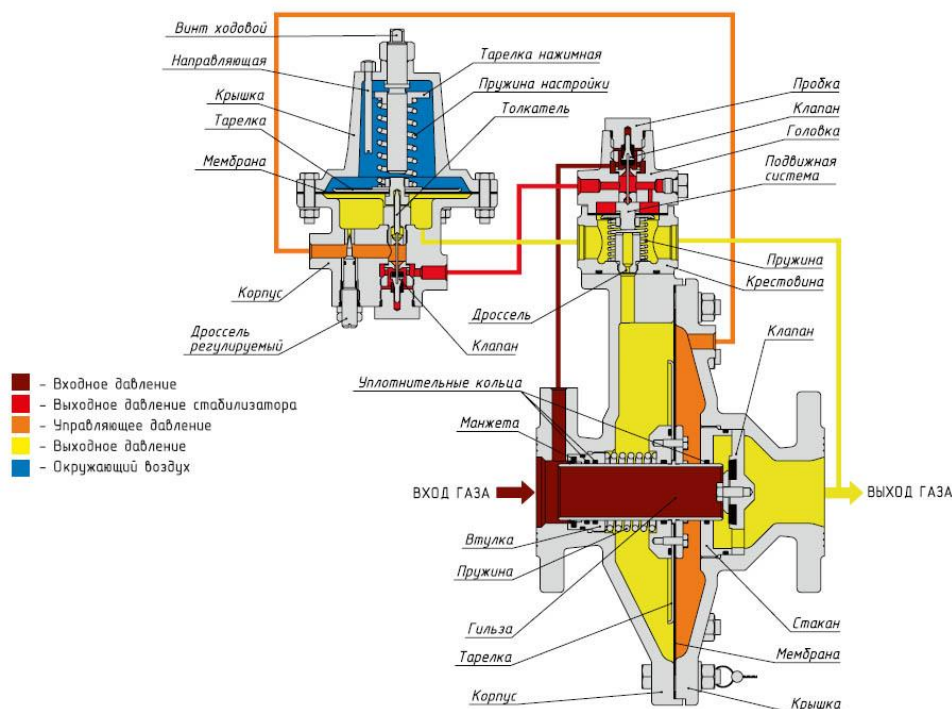


Рис. 2. Принцип работы регулятора РДП-50В

Разница давлений на мембране исполнительного механизма создает аксиальное усилие. Затвор регулятора открывается. Любое изменение входного давления или расхода газа вызывает изменение выходного давления и, следовательно, давления в левой полости мембранной камеры, что приводит к перемещению подвижной системы в новое равновесное состояние, при котором выходное давление возвращается к заданной величине.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Промышленное газовое оборудование: справ. / Под ред. Е.А. Карякина. – Саратов: Газовик, 2013. – 1328 с. – ISBN 978-5-9758-1209-4.
2. Оборудование для сжиженных углеводородных газов: справ. / Под ред. Е.А. Карякина – Саратов: Газовик, 2015. – 736 с. – ISBN 978-5-9758-1552-1.

## МЕТОДОЛОГИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЭНЕРГОАУДИТА ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМЫ ИЗ ДВУХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Сокров Р.Ш., магистрант  
*к.т.н., доцент Стариков А.Н.*

В организации функционирования предприятия ключевую роль играет обеспечение эффективной работы его энергетических систем, что оказывает большое влияние на качество и конкурентоспособность выпускаемой продукции. Уменьшение энергозатрат путем повышения энергоэффективности производства приводит к целому ряду явных преимуществ, таких, как увеличение прибыльности предприятия, повышение конкурентоспособности, получение дополнительных финансовых средств для развития бизнеса, высвобождаемых за счет экономии энергетических ресурсов предприятия [1–8].

Наиболее рациональным путем снижения энергозатрат является комплексное обследование энергосистемы предприятия – энергоаудит. Он позволяет проанализировать использование энергетических, материальных и частично финансовых ресурсов, выявить места нерационального использования, разработать программу энергосберегающих мероприятий.

Одними из основных целей энергоаудита являются:

- определение количественных величин потребления энергетических ресурсов в структурных элементах энергосистемы предприятия;
- разработка энергосберегающих проектов, предполагаемых к внедрению.

Важным итогом проведения энергоаудита является подготовка списка энергосберегающих мероприятий для руководства предприятия, которое, в свою очередь, принимает решение о дальнейшем их внедрении на производстве [2].

Существующая система проведения энергоаудита в России подразумевает выявление нерационального потребления энергоресурсов следующими основными способами [1, 2]:

- сравнение энергопотребления в соответствующих энергетических системах различных предприятий при аналогичных условиях работы;

- сравнение с нормативными показателями энергоиспользования для отдельных технологий (систем) и объектов;
- сравнение (при сопоставимых условиях) текущего энергопотребления с наименьшим на данном предприятии.

Ответы на поставленные вопросы могут быть получены в результате расчета и рассмотрения значений специальных показателей, которые называются соответственно: показателем эффективности энергоиспользования (ПЭЭ) и показателем экономической целесообразности (ПЭЦ) внедрения вариантов энергосберегающих проектов.

Значение показателя ПЭЭ определяется соотношением:

$$D_k = 1 - \frac{1}{A_0} \left( \sum_{i=1}^b P_i^{cn} + \sum_{i=1}^c P_i^{np} + \sum_{i=1}^d P_i^{pc} + \sum_{i=1}^e P_i^{nn} + \sum_{i=1}^g P_i^{on} - \sum_{i=1}^f P_i^{eo} \right),$$

где  $A_0$  – общая мощность, поступившая в энергетическую систему для существующей на момент обследования системы энергоиспользования на предприятии;  $\sum_{i=1}^b P_i^{cn}$  – мощность собственных нужд, необходимая для работы источников энергии;  $\sum_{i=1}^c P_i^{np}$  – мощность потерь энергии при ее преобразовании;  $\sum_{i=1}^d P_i^{pc}$  – мощность потерь энергии в распределительных сетях;  $\sum_{i=1}^e P_i^{nn}$  – мощность, необходимая для работы потребителей энергии на самом предприятии;  $\sum_{i=1}^g P_i^{on}$  – мощность, отдаваемая предприятием потребителям энергии;  $\sum_{i=1}^f P_i^{eo}$  – мощность вторичных энергоресурсов, возвращаемых в систему производства, распределения и потребления энергии на предприятии;  $k$  – порядковый номер варианта энергосберегающего проекта.

С физической точки зрения, величина ПЭЭ определяет величину общего снижения потребляемой мощности (либо энергии) в энергосистеме предприятия при внедрении энергосберегающего проекта по сравнению с ее исходным состоянием.

При определении максимального значения ПЭЭ учитываются известные на сегодняшний день и реализуемые промышленностью энергосберегающие решения и технологии без учета затрат на их внедрение. При таком определении значение ПЭЭ будет отражать максимально возможное повышение эффективности энергоиспользования в рассматриваемой системе (при текущем уровне развития техники).

На основании полученных значений показателей ПЭЭ и ПЭЦ делается вывод о состоянии энергоиспользования на предприятии и

составляется упорядоченный список энергосберегающих проектов, также обосновывается выбор оптимального из предложенных для предприятия вариантов энергосбережения.

Оптимальным вариантом энергосбережения является вариант, для которого показатель ПЭЭ имеет наибольшее значение при условии, что этот вариант экономически целесообразен для внедрения на предприятии.

Изложенная методология позволяет решить все задачи, поставленные перед энергоаудитом; дает точную оценку совершенства схемы энергоиспользования на предприятии с учетом современного уровня развития промышленной техники; позволяет составить упорядоченный список мероприятий по улучшению энергоиспользования на предприятии, а также определить предельно возможное на сегодняшний день повышение эффективности энергоиспользования для отдельной энерготехнологической системы и/или для предприятия в целом.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Энергоаудит: Сб. метод, и науч.-практ. материалов / Под ред. К.Г. Кожевникова, А.Г. Вакулко. – М.: МЭИ, 1999. – 224 с.
2. Энергоаудит и нормирование расходов энергоресурсов: Сб. метод, материалов / Под ред. С.К. Сергеева. – Н.-Новгород: НГТУ, 1998. – 260 с.
3. Энергоаудит промышленных и коммунальных предприятий: Учеб. пособие. / Б.П. Варнавский, А.И. Колесников, М.Н. Федоров. – М.: АСЭМ, 1999. – 214 с.
4. Методические указания по обследованию теплопотребляющих установок закрытых систем теплоснабжения и разработка мероприятий по энергосбережению: Отрасл. руковод. док. «ЕЭС России». – М., 1996. – 30 с.
5. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника: Справочник. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 586 с.
6. Роддатис К.Ф., Полтарецкий А.Н. Справочник по котельным установкам малой производительности. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 487 с.
7. Сидельковский Л.Н., Юренев В.Н. Котельные установки промышленных предприятий. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 526 с.
8. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. – М.: Энергоиздат, 1982. – 270 с.

## КОМПРИМИРОВАННЫЙ ГАЗ ВО ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Тишкова М.А., студент  
*к.т.н., профессор Тарасенко В.И.*

Газ, который добывается из недр земли или является продуктом переработки других углеводородов, может впоследствии использоваться в сжиженном или сжатом виде.

Компримированный природный газ (КПГ) – сжатый природный газ, используемый в качестве моторного топлива вместо бензина, дизельного топлива и пропана. Он дешевле традиционного топлива, а вызываемый продуктами его сгорания парниковый эффект меньше по сравнению с обычными видами топлива, поэтому он безопаснее для окружающей среды. Компримированный природный газ производят путем сжатия (компримирования) природного газа в компрессорных установках. Хранение и транспортировка компримированного природного газа происходят в специальных накопителях газа под давлением 200...220 бар. Также используется добавление к компримированному природному газу биогаза, что позволяет снизить выбросы углерода в атмосферу [1].

За последнее десятилетие использование в качестве топлива для автотранспорта метана во всем мире выросло на порядок. В качестве моторного топлива природный газ широко используется, прежде всего в странах, имеющих собственные газовые месторождения и озабоченных проблемами энергетической и экологической безопасности и экономической стабильности. К таким странам относятся Пакистан, Аргентина, Бразилия, Индия, Китай и США. Набирает обороты потребление природного газа и в России. Основными причинами столь стремительного роста являются: Экономические преимущества; экологические показатели; безопасность.

По сути, все что нужно сделать с газом перед заправкой автомобиль – это сжать в компрессоре. Сегодня средняя розничная цена 1 м<sup>3</sup> метана (который по своим энергетическим свойствам равен 1 литру бензина) – 13 руб., что в 2...3 раза дешевле бензина или дизельного топлива. Перевод транспорта на экологически чистый природный газ позволяет сократить выбросы в атмосферу сажи, высокотоксичных ароматических углеводородов, окиси углерода, непредельных углеводородов и окислов азота.

При сжигании 1000 л жидкого нефтяного моторного топлива в воздух вместе с отработавшими газами выбрасывается 180...300 кг CO<sub>2</sub>, 20...40 кг углеводов, 25...45 кг окислов азота. При использовании природного газа вместо нефтяного топлива выброс токсичных веществ в окружающую среду снижается приблизительно в 2...3 раза по оксиду углерода, по окислам азота – в 2 раза, по углеводородам – в 3 раза, по задымленности – в 9 раз, а образование сажи, свойственное дизельным двигателям, отсутствует.

Концентрационные (образование взрывоопасной концентрации происходит при содержании газа в воздухе от 5% до 15%) и температурные (нижний предел самовоспламенения метана 650°C) пределы воспламенения природного газа значительно выше, чем у бензина и дизельного топлива. Метан в 2 раза легче воздуха и при утечке быстро растворяется в атмосфере [2].

Согласно «Классификации горючих веществ по степени чувствительности» МЧС России, сжатый природный газ отнесен к самому безопасному – четвертому классу, а пропан-бутан – ко второму.

Природный газ не образует отложений в топливной системе, не смывает масляную пленку со стенок цилиндров, тем самым снижая трение и уменьшая износ двигателя. При сгорании природного газа не образуются твердых частиц и золы, вызывающих повышенный износ цилиндров и поршней. Поэтому использование природного газа в качестве моторного топлива позволяет увеличить срок службы двигателя в 1,5...2 раза [3].

В настоящее время автомобили, использующие сжатый природный газ, получают все большее распространение в России. Большинство из этих автомобилей битопливные. Ранее КПП использовался только на грузовых автомобилях. Использование КПП в качестве моторного топлива является одним из немногих экологических мероприятий, затраты на которое окупаются прямым экономическим эффектом в виде сокращения расходов на горючесмазочные материалы. Подавляющее большинство других экологических мероприятий является исключительно затратными.

На данный момент на территории Владимирской области действует государственная программа «Развитие рынка газомоторного топлива во Владимирской области на 2015–2020 годы».

Задачи программы:

1. Снижение доли транспортных средств, с года выпуска которых прошло более 10 лет, в общем количестве транспортных средств, зарегистрированных на территории Владимирской области.

2. Увеличение доли автобусов и техники для дорожно-коммунального хозяйства, оборудованных двигателями, работающими на КПП (далее – газомоторная техника), зарегистрированных во Владимирской области.

3. Строительство и ввод в эксплуатацию во Владимирской области новых автомобильных газонаполнительных компрессорных станций.

4. Строительство и ввод в эксплуатацию во Владимирской области новых специализированных технических центров по обслуживанию газомоторного оборудования.

Объем инвестиций в развитие автомобильных газонаполнительных компрессорных станций к 2020 году – 300,00 млн. руб.

Реализация мероприятий Программы позволит:

- приобрести и ввести в эксплуатацию 204 единицы новой газомоторной техники;
- увеличить объем компримированного природного газа, отпускаемого с автомобильных газонаполнительных компрессорных станций, расположенных на территории Владимирской области, в 2020 г. по сравнению с 2014 г. на 5 710 тыс. м<sup>3</sup> [4].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Что такое компримированный (сжатый) природный газ [электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.gazprominfo.ru/articles/compressed-natural-gas/>.
2. Основные свойства природного газа – метана (КПП) [электронный ресурс] // Режим доступа: <http://litresp.ru/chitat/ru/3/zolotnickij-vladimir/avtomobiljnie-gazovie-toplivnie-sistemi/>.
3. Природный газ – моторное топливо [электронный ресурс] // Режим доступа: <http://gazprom-gmt.ru/info/natural-gas/>.
4. Об утверждении государственной программы Владимирской области «Развитие транспорта и рынка газомоторного топлива во Владимирской области на 2015–2020 годы» (с изменениями на: 11.11.2016) [электронный ресурс] // Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/432821530/>.

## ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ОТОПЛЕНИЯ В ЖКХ

Филиппов С.В., студент  
к.т.н., доцент Дорофеев В.Н.

Большинство жилых зданий имеют централизованное отопление; это вариант отопления, который работает от общей сети. Функционирование такой системы имеет ряд особенностей и во многом отличается от системы автономного отопления, которая применяется в частных домах.

Данная тема становится все более актуальной, так как с каждым днем топливных ресурсов становится все меньше, а их стоимость растет. Поэтому следует более подробно рассмотреть технические характеристики этого варианта отопления, а также разобраться с тем, как должно проходить подключение к центральному отоплению и как уменьшить расходы на его использование (рис. 1) [1].

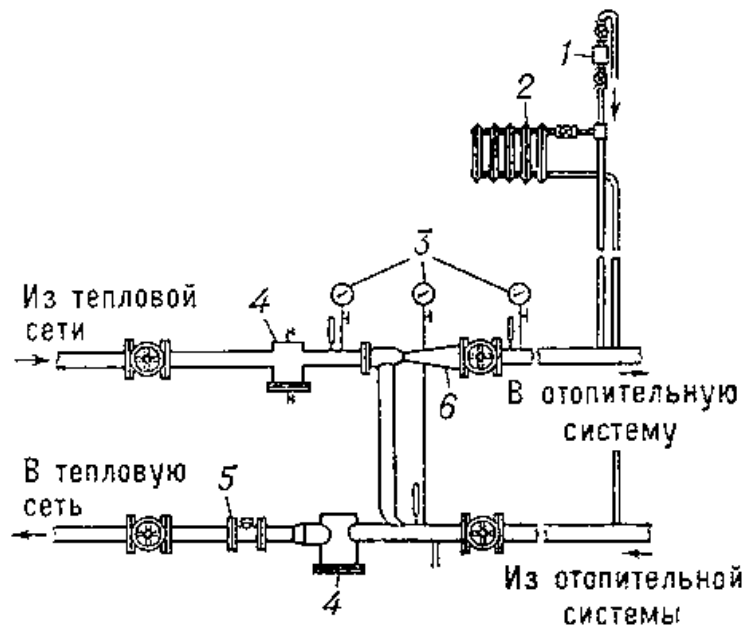


Рис. 1. Схема присоединения водяного отопления к централизованному теплоснабжению с установкой водоструйного насоса

Централизованная система отопления подразумевает в своем составе:

- источник теплоносителя – тепловую электрическую централь, которая производит тепло и электрическую энергию;
- источник транспортировки тепла – тепловые сети;



- источник потребления тепла – отопительные приборы домов, офисов, складов.

Центральное отопление в квартире предусматривает выработку тепла из котельной, либо тепловой электростанции, откуда нагретый до нужной температуры носитель тепла поступает в квартиры по трубопроводу. После того, как температура воды в центральном отоплении достигает нужного показателя, она поступает в трубы, откуда передается в радиаторы отопления. В этих приборах вода постепенно остывает, а затем возвращается обратно в пункт нагрева (рис. 2).

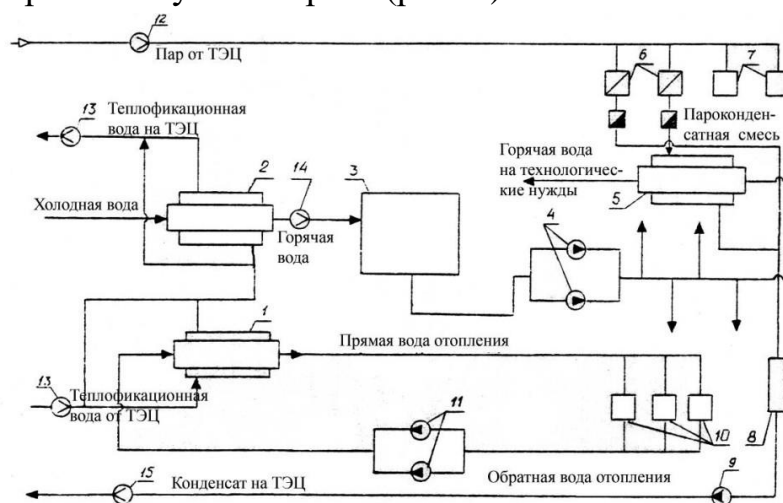


Рис. 2. Система централизованного теплоснабжения предприятия от ТЭЦ

Данная система отопления имеет свои достоинства:

- этот вариант обогрева жилого помещения стоит значительно дешевле автономного. Кроме того, совершенно не требуется приобретать дорогостоящие приборы, генерирующие тепло, а также самостоятельно выполнять монтажные работы;
- устройства, обогревающие теплоноситель перед его подачей в дома, могут функционировать на недорогом топливе, что значительно повышает показатели экономичности системы;
- большинство котельных оснащено специальными приборами, способными работать практически на любом виде топлива, что не может не сказаться положительно на надежности этого варианта отопления;
- данный способ нагрева является полностью экологически чистым, поскольку в помещения квартир не проникает никаких вредных продуктов сгорания, чего не скажешь о некоторых автономных системах.

Однако у данной системы тоже проявляются некоторые недостатки, такие как:

- потери тепла в таких системах являются обычно очень существенными и для поддержания комфортной температуры в жилище требуется гораздо больший объем источника энергии по сравнению с автономным оборудованием;
- регулировать температуру нагрева практически невозможно, что обусловлено полным контролем со стороны котельной;
- самовольное отключение от центрального отопления выполнять категорически запрещается, так как подобные мероприятия могут быть рассмотрены исключительно в судебном порядке.

Как было сказано выше, теплоноситель, проходя через систему труб, теряет значительную часть своей температуры, что обуславливает необходимость оптимизации функционирования системы отопления с целью уменьшения теплопотерь.

Первый метод будет актуальным в том случае, если котельная и вся система труб является полностью регулируемой самими хозяевами.

Суть второго способа заключается в следующем: тепловая энергия, поставляемая котельной или ТЭЦ в конкретное жилое помещение, строго фиксируется. Обычно этот метод предусматривает установку специальных энергосберегающих счетчиков. [2].

Существует масса способов отопить свой дом в индивидуальном порядке, но тем не менее, центральное отопление пользуется большой популярностью, что обусловлено достаточно низкой стоимостью и высокой экологичностью данного способа отопления [3].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Классификация систем городского отопления [электронный ресурс] // Режим доступа: <http://1poteply.ru/sistemy/tip/centralizovannoe-otoplenie.html>.
2. Централизованное отопление это одновременно плюсы и минусы [электронный ресурс] // Режим доступа: <http://teplospec.com/tsentralnoe-otoplenie/tsentralizovannoe-otoplenie-eto-odnovremenno-plyusy-i-minusy.html>.
3. Центральное отопление [электронный ресурс] // Режим доступа: <http://otoplenie-doma.org/centralnoe-otoplenie.html>.

## ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В СИСТЕМАХ ВЕНТИЛЯЦИИ ТОРГОВЫХ ЦЕНТРОВ

Филиппов А.В., студент  
*к.т.н., доцент Угорова С.В.*

При строительстве или реконструкции торговых помещений большое значение имеет энергосбережение, поэтому все чаще применяются герметичные материалы (пластиковые окна и двери), препятствующие потерям тепла. В связи с этим возникает проблема нехватки свежего воздуха, т.к. он не может поступать в нужном объеме в помещение. Именно поэтому необходима грамотно спроектированная система вентиляции. При установке вентиляции торговых помещений необходимо учитывать их особенности:

1. Зоны магазинов у наружных витрин перекрывают потоки тепла от солнечной радиации (остальные части торговых залов обычно глухие).

2. Масштаб торговых помещений: вентиляция крупного торгового центра – одна из самых сложных задач.

Во время проектирования системы вентиляции многоэтажных торговых сооружений необходимо иметь ввиду два фактора:

1. На верхних этажах ниже посещаемость, чем на первом, поэтому необходимо учитывать меньшую плотность посетителей.

2. Для привлечения покупателей на верхних этажах размещают рестораны и закусочные, что создает определенные трудности по вентиляции и отводу отработанного воздуха.

В помещениях такого плана устанавливается много приточно-вытяжных систем, которые также лучше всего применять вместе с чиллером для: экономии электроэнергии; надежности системы; простоты монтажа; простоты эксплуатации. Кондиционирование торгового центра осуществляется также на базе системы, где используется [1, 2].

Приточно-вытяжная вентиляция – это система, которая обеспечивает приток чистого и свежего воздуха в помещение, а также удаляет отработанный воздух из него.

Использовать приточно-вытяжную систему вентиляции с рекуперацией очень выгодно, так как резко, практически до 90%, снижаются расходы на отопление. Ведь благодаря встроенной системе теплообмена (рекуперации тепла) отпадает необходимость в подогреве

входящего потока воздуха, вследствие чего значительно экономятся энергозатраты [3].

Чиллер с воздушным охлаждением конденсатора представляет собой автономную холодильную машину, включающую все необходимые элементы холодильного цикла – компрессор, конденсатор, испаритель, запорную арматуру, элементы защиты и автоматику. Чиллеры с воздушным охлаждением конденсатора устанавливаются снаружи обслуживаемого помещения. Чиллеры различаются по конструктивному исполнению – со встроенным или выносным конденсатором, типу охлаждения конденсатора – воздушное или водяное, а также схемам подключения [1].

Преимущества чиллеров:

1. Масштабируемость. Количество фанкойлов на центральную холодильную машину (чиллер) ограничено только ее производительностью.
2. Минимальный объем и площадь. Система кондиционирования крупного здания может содержать единственный чиллер, занимающий минимальный объем и площадь, сохраняется внешний вид фасада за счет отсутствия внешних блоков кондиционеров.
3. Практически не ограниченное расстояние между чиллером и фанкойлами. Длина трасс может достигать сотен метров.
4. Стоимость разводки. Для связи чиллеров и фанкойлов используются обыкновенные трубы, запорная арматура и т.п.
5. Безопасность. Потенциально летучие газы (газовый хладагент) сосредоточены в чиллере, устанавливаемом, как правило, на воздухе (на крыше или непосредственно на земле) [1].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ананьев, В.А. Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика / В.А. Ананьев [и др.]. – М.: Евроклимат, 2003. – 460 с. – ISBN 5-89520-044-3.
2. Рубцов, А.С. Повышение энергоэффективности инженерных систем торгово-развлекательных центров / А.С. Рубцов // АВОК. – 2012. – № 8. – С. 26–33. – ISSN 1609-7483.
3. Стефанов, Е.В. Вентиляция и кондиционирование воздуха: учеб. пособие / Е.В. Стефанов. – СПб.: АВОК, 2005. – 402 с. – ISBN 5-902146-08-9.



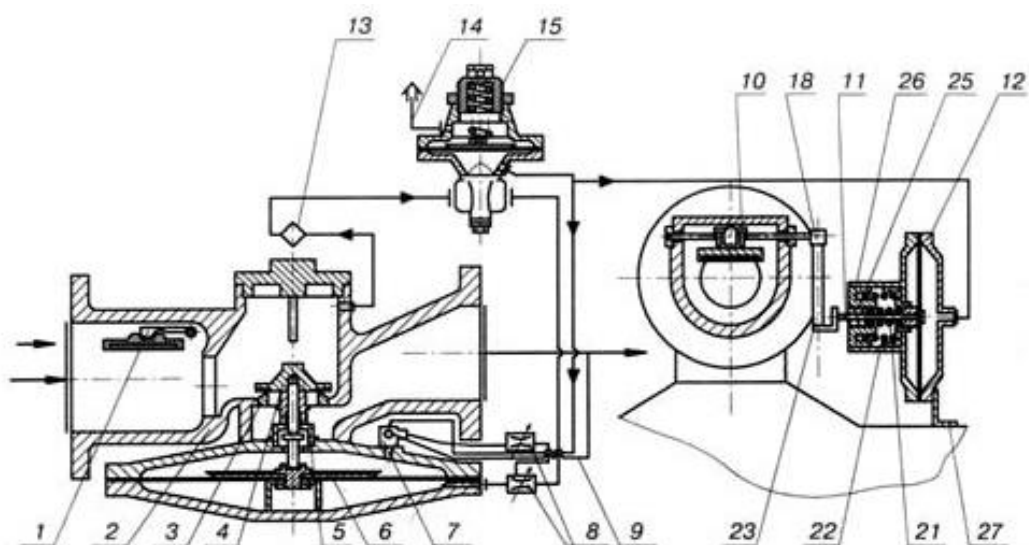


Рис. 2. Регулятор давления газа РДГ-В: 1 – клапан отсечной; 2 – исполнительное устройство; 3 – седло; 4 – клапан рабочий; 5 – стержень; 6 – мембрана исполнительного устройства; 7 – дроссельная шайба; 8 – дроссели регулируемые; 9 – трубка импульсная входного газопровода; 10 – пружина отсечного клапана; 11 – шток механизма контроля; 12 – механизм контроля; 13 – фильтр; 14 – свеча; 15 – регулятор управления (КН-2); 16 – стабилизатор; 17 – манометр; 18 – рычаг отсечного клапана давления; 19 – кронштейн; 20 – винт; 21 – пружина малая; 22 – пружина большая; 23 – скобы; 24 – кронштейн; 25 – рег. винт малой пружины; 26 – рег. винт большой пружины; 27 – кронштейн

Исполнительное устройство 2 состоит из корпуса с седлом и направляющей колонкой 3, мембраны с жестким центром 6, защемленной по периметру между крышками верхней и нижней и соединенной по центру толкателем со стержнем 5, свободно перемещающимися во втулках направляющей колонки и толкающими клапан 4. Фильтр 13 предназначен для очистки газа, используемого для управления регулятором от механических примесей, поступающих в регулятор из системы ГРП или ГРУ.

Стабилизатор 16 предназначен для поддержания постоянного давления на входе в регулятор управления, т.е. для исключения влияний колебаний входного давления на работу регулятора в целом и устанавливается только на регуляторе низкого давления РДГ-Н в соответствии с рис. 1. Давление по манометру после стабилизатора должно быть 0,2 МПа (для обеспечения требуемого быстродействия).

Регуляторы управления КН-2 и КВ-2 вырабатывают управляющее давление для подмембранной полости исполнительного устройства с целью перестановки регулирующего клапана. В регуляторе управления низкого давления КН-2 устанавливаются сменные нагрузочные пружины для обеспечения полного диапазона выходного давления. Пружина КПЗ-50-05-06-02ТБ обеспечивает  $P_{вых} = 0,0015...0,0030$  МПа, пружина РДГ-80-

05-29-06 обеспечивает  $P_{вых} = 0,0030...0,0600$  МПа. В регуляторе управления высокого давления КВ-2 устанавливается более сильная пружина, опорная шайба и крышка с меньшей рабочей площадью.

Регулятор работает следующим образом: Газ под входным давлением поступает через фильтр 13 к стабилизатору 16, затем в регулятор управления через регулируемый дроссель 8 поступает в подмембранную полость. Надмембранная полость исполнительного устройства через дроссель 8а и импульсную трубку 9 связана с газопроводом за регулятором. Регулятор управления поддерживает за собой постоянное давление.

Любые отклонения выходного давления от заданного вызывают изменения давления в надмембранной полости исполнительного устройства, что приводит к перемещению клапана 4 в новое равновесное состояние, соответствующее новым значениям входного давления и расхода, при этом восстанавливается выходное давление. При наличии минимального потребления газа образуется управляющий перепад давления в надмембранной и подмембранной полостях исполнительного устройства, в результате чего мембрана 6 с соединенным с ней стержнем 5, на конце которого закреплен клапан 4, придет в движение и откроет проход газу, через образующуюся щель между уплотнителем клапана и седлом.

В случае аварийных повышений или понижений выходного давления мембрана механизма контроля 12 перемещается влево или вправо, рычаг отсечного клапана выходит из соприкосновения со штоком 11, отсечный клапан под действием пружины 10 перекрывает ход газа в регулятор.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Промышленное газовое оборудование: справочник / Под ред. Е.А. Карякина. – Саратов: Газовик, 2013. – 328 с.
2. РДГ-25-Н(В) [электронный ресурс] // Режим доступа: <http://рдг/пф/rdg50/device.html>.

### **ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ ТОРГОВОГО ЦЕНТРА В ОКТЯБРЬСКОМ РАЙОНЕ Г. РЯЗАНИ**

Хлыстова Е.В., студент  
*к.т.н., доцент Мельников В.М.*

Теплоснабжение – система обеспечения теплом зданий и сооружений, предназначенная для обеспечения теплового комфорта для находящихся в них людей или для возможности выполнения технологических норм.

Система теплоснабжения состоит из следующих функциональных частей:

- источник производства тепловой энергии (котельная, ТЭЦ);
- транспортирующие устройства тепловой энергии к помещениям (тепловые сети);
- теплопотребляющие приборы, которые передают тепловую энергию потребителю (радиаторы отопления, калориферы) [1].

Система отопления (СО) – это система искусственного обогрева здания, подключаемая к централизованной или местной системе теплоснабжения. Система отопления, присоединяемая к централизованной тепловой сети, получает теплоту от теплообменника, а при подключении к местной тепловой сети – от теплогенератора. Транспорт тепловой энергии от теплоисточника к отопительным приборам (радиаторам отопления) происходит по теплопроводам [2].

Система отопления двухтрубная горизонтальная. В качестве отопительных приборов приняты алюминиевые радиаторы «ROYAL NHERMO OPTIMAL». Выпуск воздуха из системы отопления осуществляется по требованию технического паспорта у каждого отопительного прибора. При пересечении перегородок и стен трубы отопления прокладываются в гильзах из стальных труб.

Магистральные трубопроводы системы отопления, стояки и подводки к отопительным приборам выполнены из металлопластиковых трубопроводов (согласно СП-41-102-98).

Источник тепла – районная котельная. Котельная предназначена для подачи тепла для систем отопления, горячего водоснабжения, вентиляции и технологических нужд зданий. Система отопления подключена по независимой схеме.

Вентиляция – процесс удаления отработанного воздуха из помещения и замена его наружным. В необходимых случаях при этом проводится: кондиционирование воздуха, фильтрация, подогрев или охлаждение, увлажнение или осушение, ионизация и т. д. Вентиляция обеспечивает санитарно-гигиенические условия воздушной среды в помещении, благоприятные для здоровья и самочувствия человека, отвечающие требованиям санитарных норм, технологических процессов, строительных конструкций зданий, технологий хранения и т. д.

В здании запроектирована приточно-вытяжная вентиляция с механическим побуждением и подогревом приточного воздуха в зимнее время.

Приток осуществляется типовой приточной системой П1. Автоматикой предусмотрена защита калориферов приточных систем от замораживания, поддержание температуры приточного воздуха в заданных пределах, контроль запыленности фильтров.



Тепловые сети – это системы трубопроводов, предназначенных для организации теплоснабжения различных объектов. По ним, с помощью пара или горячей воды, передвигается тепло, начиная от котельной и заканчивая конечным потребителем, а затем возвращается обратно. Именно в связи с тем, что тепловая энергия совершает круговорот, у тепловых коммуникаций всегда четное количество труб.

Подключение проектируемой тепловой сети предусмотрено в существующей тепловой камере УТ-1 от существующей теплотрассы. Теплоноситель – вода. Прокладка тепловых сетей предусматривается в полупроходном канале.

Ввод в здание запроектирован подземным способом и требует герметизации технологического отверстия, предусмотренного при пересечении фундамента теплопроводом.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Теплоснабжение [электронный ресурс] // Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>.
2. Системы отопления и теплоснабжения [электронный ресурс] // Режим доступа: <http://ooo-sem.ru/proektirovanie-i-stroitelstvo-inzhenernyh-sistemsistemy-otopleniya-i-teplosnabzheniya.html>.

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАНАЛЬНЫХ ВЕНТИЛЯТОРОВ В ПРИТОЧНЫХ И ВЫТЯЖНЫХ СИСТЕМАХ ВЕНТИЛЯЦИИ**

Хоботов Е.А., студент  
*к.т.н., доцент Угорова С.В.*

Самыми популярными устройствами для вентиляции помещений являются канальные вентиляторы. Принцип работы канального вентилятора заключается в следующем: по воздуховодам проходят потоки воздуха через вентиляторы, которые встроены внутри них.

Канальные вентиляторы получили свое широкое распространение среди потребителей благодаря таким преимуществам как: низкий уровень шума, длительный срок службы и простота установки. Бесшумные канальные вентиляторы относятся к вентиляционному оборудованию, которое устанавливается в жилых и офисных помещениях, на крупных предприятиях. Малошумный канальный вентилятор состоит из специализированного рабочего колеса, которое расположено в корпусе. Конструкция данного вентилятора состоит из прочных элементов, которая может непрерывно работать при разных температурах от  $-15^{\circ}$  до  $+30^{\circ}$ .

Во всех канальных вентиляторах применяется качественная технология термозащиты. корпус канального вентилятора изготавливают из

оцинкованной стали, благодаря чему конструкция выдерживает большие нагрузки, и не поддается коррозии. Соединение корпуса проводится с помощью точечной сварки и саморезов [1].

Самые распространенные виды вентиляторов:

*Радиальный* – представляет собой колесо (лопаточное), при вращении данного колеса потоки воздуха, которые попадают в каналы между лопатками, двигаются в радиальном направлении. Затем поток воздуха сжимается с помощью центробежной силы и направляется в отверстие (нагнетательное). Дополнительно существуют радиальные вентиляторы с односторонним и двусторонним всасыванием с электродвигателем с одним валом.

*Канальный* – самый распространенный среди вентиляторов, которые устанавливаются в системах кондиционирования и вентиляции внутри воздуховодов. Канальный вентилятор имеет низкие шумовые характеристики. Благодаря этому их устанавливают без дополнительной шумоизоляции (ВК, ВКП, ВРК, ВК11).

*Осевой* – тип вентилятора, который применяют в системе приточной и вытяжной вентиляции, работающей в бытовых, сельскохозяйственных и общественных помещениях. Осевой вентилятор обладает хорошей производительностью. Такое вентиляционное устройство не применяют в системах с разветвленной сетью вентиляционных труб. Вытяжной приточный вентилятор с обратным клапаном – бесшумный, так как корпус и его лопасти сделаны из пластика. Электродвигатель работает бесшумно, так как установлен на резиновые демпферы. Вентиляционное устройство с обратным клапаном работает при мощности 12 Вт, при этом выдает свыше 2 500 оборотов (ВО 06-300, ВО 14-320, ВО 12-330) [2].

Перед тем, как запустить в работу канальный вентилятор, нужно убедиться, что все монтажные работы закончены, внутри воздуховодов не остались инородные предметы, соединения воздуховодов плотно прилегают друг к другу. Осевой вентилятор чаще всего устанавливается в оконные либо стеновые проемы, крепиться специальными кронштейнами. После установки осевого вентилятора снаружи помещения, поверх него крепится специальный отвод направлением вниз, защищающий от дождя и снега.

Установка радиального вентиляционного устройства в санузле проходит немного иначе. Данные вентиляторы не рассчитаны на монтаж собственными силами. Каждый этап радиального вентилятора проводится согласно проекту, квалифицированными специалистами, которые имеют специальное разрешение на установку и выбор самого вентилятора. Перед монтажом вентиляционное оборудование тщательно проверяется на предмет обнаружения поврежденных элементов и узлов. [3].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Еще раз о канальных вентиляторах [электронный ресурс] // Режим доступа: [https://www.abok.ru/for\\_spec/articles.php?nid=2659](https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=2659).
2. Канальный вентилятор: конструкция, характеристики, выбор [электронный ресурс] // Режим доступа: <http://recn.ru/kanalnyj-ventilyator-konstrukciya-harakteristiki-vybor>.
3. Классификация систем вентиляции [электронный ресурс] // Режим доступа: [http://studopedia.ru/6\\_61041\\_klassifikatsiya-sistem-ventilyatsii.html](http://studopedia.ru/6_61041_klassifikatsiya-sistem-ventilyatsii.html).

## ПРИМЕНЕНИЕ КОТЛОВ С КИПЯЩИМ СЛОЕМ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ И КОММУНАЛЬНЫХ ОБЪЕКТАХ

Хоботов Е.А., студент  
*к.т.н., доцент Дорофеев В.Н.*

На решение двух важных задач в современной экономике (сжигание низкокачественного топлива и обеспечение чистоты атмосферного воздуха) направлена передовая технология сжигания твердого топлива, например, угля в кипящем слое [1]. Кипящий слой может быть высокотемпературным (1100...1200 °С) и низкотемпературным (800...900 °С), в настоящее время по ряду причин почти всегда используется второй. В частности, в нем весьма эффективно подавляется выделение оксидов азота и можно применить погружаемую поверхность с высоким коэффициентом теплоотдачи (нагретые частицы топлива соприкасаются с ней непосредственно, и часть тепла передается не конвекцией, а теплопроводностью) [2].

Топки кипящего слоя не чувствительны к качеству топлива в смысле его химического состава, не склонны к шлакованию из-за высокой абразивности частиц, но чувствительны к однородности фракционного состава частиц топлива и инертной засыпки. Горение в данных топках более интенсивное, чем в обычных слоевых, их габариты меньше; однако для них требуются воздухораспределительная решетка и вентилятор большей мощности и принятие мер по регулированию температуры слоя.

В настоящее время представляют интерес две технически отработанные конструкции одноступенчатой и двухступенчатой топки с кипящим слоем. В двухступенчатом слое достигается 30...50%-е связывание серы (оксидом кальция, содержащегося в минеральной части топлива).

Основные преимущества сжигания топлива (угля) в кипящем слое:

- высокий коэффициент теплопередачи;

- компактность теплового устройства (особенно в топках с избыточным давлением) и снижение удельных капитальных затрат;
- низкие температуры (~850°C) и снижение выбросов окислов азота  $NO_x$ ;
- использование угля с повышенным содержанием серы, с высокой зольностью и с низким значением теплоты сгорания  $Q_n^p$ .

В табл. 1 приведены данные по содержанию диоксида серы и оксидов азота в продуктах сгорания антрацитового штыба и промпродукта в топке кипящего слоя котла НИИСТУ-5 [3]. Анализ золы из топки кипящего слоя показал высокую степень выгорания горючих компонентов антрацитового штыба и промпродукта: 99,4...99,8 и 99,2...99,4% соответственно.

Таблица 1

Характеристики продуктов сгорания различных видов топлива при сжигании в топке «кипящего» слоя котла НИИСТУ-5

Топливо	Зольность, %	Температура, °С	S <sub>02</sub> , мг/м <sup>3</sup>	NO <sub>x</sub> , мг/м <sup>3</sup>
Антрацитовый штыб, $Q_n^p = 19,06$ МДж/кг	32	890...930	10...20	150...160
Антрацитовый штыб, $Q_n^p = 20,35$ МДж/кг	33	880...845	20...40	100
Антрацитовый штыб, $Q_n^p = 16,34$ МДж/кг	44	850...900	30...40	120...150
Промпродукт (г), $Q_n^p = 22,34$ МДж/кг	27	850...890	40...60	150
Промпродукт (г), $Q_n^p = 16,42$ МДж/кг	36	810...830	15...20	20...40
Промпродукт (т), $Q_n^p = 17,14$ МДж/кг	44	800...840	100...110	60...90

В табл. 2 приведены сведения ОАО «НПО ЦКТИ» по применению котлов с топками низкотемпературного кипящего слоя в период с 1991 по 2008 гг. (выборочно) [4].

Таблица 2

Котлы малой и средней мощности ОАО «НПО ЦКТИ» с топками кипящего слоя

№	Объект	Котел	Кол-во	Тепловая мощность, МВт	Топливо	Год ввода
1.	г. Сланцы Ленинградской обл., котельная 3-го района шахты «Ленинградская»	КВ-Р-11,63-115	2	7,65	сланец	2001, 2002
2.	пос. Киетавишкес, Литва, предприятие АВ «Dominga Hardwood»	КЕ-10-14	1	6	древ. отходы	2004
3.	г. Мариянполе, Литва, «Мариямполес РК»	Ке-25-24-350	1	16	древ. отходы	2005
4.	пос. Максатиха Тверской обл., Максатихинский ДОК	ГМ-50-1	1	32	древ. отходы	2006
5.	г. Вилейка, Белоруссия, Вилейская мини-ТЭЦ на базе РК-3 МЭС	КЕ-25-24-350	1	16	древ. отходы	2007
6.	пос. В.Синячиха свердловской обл., комбинат ЗАО «Фанком»	Еп-20-2,4-350	1	15	древ. отходы	2008

В статье [5] приведен опыт сжигания низкосортного твердого топлива в топках кипящего слоя отопительных котлов мощностью до 1 МВт. В частности, рассмотрено сжигание углей в кипящем слое в реконструированных котлах типа НИИСТУ-5 тепловой мощностью 0,45...0,54 МВт.

Регулирование тепловой производительности котла осуществлено увеличением высоты кипящего слоя, что привело к увеличению глубины погружения теплообменника в кипящий слой и одновременно подачи угля в топку. Высота «кипящего» слоя при минимальной производительности составляет 150...200 мм, при номинальной – 400...450 мм.

Эффект от внедрения топок и котлов с кипящим слоем:

- для объекта экономия капиталовложений на сооружение станций и установок до 10%, экономия топлива, увеличение КПД котлоагрегатов;
- для муниципального образования снижение потребления топлива, улучшение качества и надежности теплоисточников, уменьшение тарифа для потребителей.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кубин, М. Сжигание твердого топлива в кипящем слое: монография / М. Кубин. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 144 с.
2. Чернявский, Н.В. Топливные потери на поставках ТЭС необогащенного и обогащенного угля / Н.В. Чернявский // Экотехнология и ресурсосбережение. – 2000. – № 5. – С. 3–7.
3. Власюк, А.В. Опыт сжигания низкосортного твердого топлива в топках кипящего слоя отопительных котлов мощностью до 1 МВт / А.В. Власюк [и др.] // Новости теплоснабжения. – 2001. – № 10. – С. 15-16.
4. Технология сжигания топлива в низкотемпературном кипящем слое [электронный ресурс] // Режим доступа: [http://ckti.ru/sjiganie\\_topliva2.html](http://ckti.ru/sjiganie_topliva2.html).
5. Котлы с топками кипящего слоя [электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.energsovet.ru/entech.php?idd=47>.

## ФОРМИРОВАНИЕ ИНЖЕНЕРНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ГОРОДА

Шевченко В.А., студент  
*к.т.н., доцент Дорофеев В.Н.*

Актуальной проблемой современного общества является повышение материального и культурного уровня жизни, улучшение условий жизни и труда. Существенная роль в решении этой задачи принадлежит инженерному обеспечению территории, определяющему санитарно-гигиенические условия проживания в городах, сохранение окружающей среды, условий эффективности труда и производства путем подачи воды, энергии потребителям территории, топливно-промышленным объектам.

Инженерная инфраструктура представляет собой комплекс систем инженерного оборудования, сгруппированных по признаку однородности производственного процесса в водохозяйственный, природоохранный и энергетический комплексы. Энергетический комплекс включает системы электроснабжения, теплоснабжения, газоснабжения, топливоснабжения, обеспечивая потребителей энергетическими услугами – электрической и тепловой энергией, паром и топливом. Водохозяйственный комплекс состоит из системы водоснабжения питьевой водой, промышленных водопроводов, систем канализования хозяйственно-бытовых сточных и поверхностных вод, а также промышленной канализации. Природоохранный комплекс включает предприятия, осуществляющие мусороудаление и переработку городских отходов.

Если ведомственные системы развиты нескоординированно, то это вызывает неоправданное увеличение основных фондов промышленных предприятий. При размещении объектов строительства, особенно промышленных комплексов и узлов, необходимо согласование проектных решений с возможностями их обеспечения местными природными ресурсами, инженерными услугами, межведомственной сбалансированностью экологических затрат на мероприятия по охране труда.

Высокая эффективность развития инженерной инфраструктуры достигается при сбалансированности развития всех функционально-отраслевых систем инженерного оборудования между собой. Развитие водохозяйственного комплекса должно в таких случаях достигаться в результате комплексного решения вопросов потребления воды,

водоподготовки, водообеспечения, отвода, очистки, выпуска и использования стоков, а также использования водоемов для рекреации – применительно ко всем потребителям города, а единство системы энергоснабжения города должно обеспечиваться кроме функциональной взаимосвязи комплексным взаимоувязанным решением вопросов тепло-, электро-, топливо- и водоснабжения с учетом дислокации источников энергоснабжения, линий электропередач, тепло- и газопроводов, требований к охране воздушного и водного бассейнов, обеспеченности водными и топливными ресурсами.

Должна быть обеспечена взаимная увязка между элементами и параметрами каждой системы. Работа должна быть ориентирована на минимум потребления ресурсов с учетом минимизации затрат.

На эффективность развития инженерной инфраструктуры оказывают влияние принципы застройки города. Его величина и профилизация определяют функциональное зонирование территории города на промышленную и селитебную зоны, коммунально-складскую и зону внешнего транспорта, что определяет выбор типа систем инженерного оборудования, способов прокладки инженерных сетей, режима работы системы, уровня централизации и, соответственно, эффективность капитальных вложений и использования природных ресурсов.

Результаты научно-технического прогресса: появление новых видов инженерных экологически чистых услуг, являются основой качественных изменений в структуре инженерных инфраструктур. Такие виды инженерных услуг большей частью обеспечивают снижение удельных эксплуатационных затрат на единицу выработки инженерных услуг, повышение надежности, возможность регулирования режима работы систем, что, соответственно, снижает потребление ими ресурсов [1, 2].

Основные принципы инженерной инфраструктуры города, включающие все важные звенья энергоснабжения, сформированы в условиях советской централизованной экономики, с целью обеспечения объектов требуемым количеством ТЭР, в том числе включая аспекты энергосбережения и исключения от хозяйственной деятельности человека вредного воздействия на окружающую среду. С переходом к рыночной экономике в развитии городской инфраструктуры появилось много передаточных звеньев во взаимодействии структур разных уровней и направлений деятельности, в том числе, передаче энергоресурсов (газа, тепла, воды, электрической энергии от источника до потребителя) при

слаженности их действий и обеспечить конечных потребителей ресурсами требуемого качества (и в потребном без расточительства количестве).

Плохое состояние систем теплоснабжения в стране требует внимания к данной проблеме (касающейся ЖКХ, как потребителя тепловой энергии). В Минэнерго РФ для эффективного проведения комплексного реформирования отрасли теплоснабжения предложен ряд мер по повышению эффективности и стимулированию притока инвестиций. В качестве основных решений принято для рассмотрения (и внедрения) проведение либерализации рыночной модели финансирования проектов энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

Для улучшения качества теплоснабжения и повышения его эффективности, при выполнении соответствующих инвестиционных программ, важное значение имеет наличие долгосрочных отношений между участниками всей системы теплоснабжения, эффективная загрузка существующих источников тепла, наличие долгосрочного тарифа, быстрое внедрение изменений в регулирование системы.

Среди множества задач, решение которых может дать наиболее быстрые положительные результаты, надо выделить повышение эффективности системы управления ТС и ТП, совершенствование тарифов и других экономических механизмов системы, мобилизацию резервов энергосбережения на всем пути от источника до потребителя. Мероприятия этого характера должны рассматриваться как чрезвычайные, направленные на экстренное преодоление кризисных явлений в теплоснабжающем комплексе. И в первую очередь следует влиять на решение вопросов в области управления [3].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Симонова А.А. Экономика систем инженерного оборудования: учеб. пособие. – М.: Стройиздат, 1990. – 344 с.
2. Макаров В.Н. Финансирование и реализация проектов энергоснабжения в рамках реформирования отрасли теплоснабжения // Энергосбережение. – 2016. – № 8. – С. 48–51.
3. Реутов Б., Наумов А., Семенов В. и др. Повышение энергоэффективности Российской системы теплоснабжения / Энергетическая эффективность, Ежеквартальный бюллетень ЦЭНЭФ. – 2001. – № 31. – С. 2–7.



**КАФЕДРА  
«ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ»**

## ЭКОЛОГИЧНОСТЬ И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ФИТИНГОВ ИЗ ПОЛИЭТИЛЕНА

Большакова К.О., студент  
*к.т.н., доцент Пикалов Е.С.*

Полимеры так основательно вошли в жизнь современного человека, что представить многие области человеческой деятельности без них теперь совершенно невозможно. Одним из наиболее распространенных способов изготовления изделий из пластмасс, который позволяет получать изделия сравнительно сложной конфигурации при небольших затратах труда и энергии, является литье под давлением.

Этим способом можно перерабатывать все без исключения термопластичные полимеры и их сополимеры, а также и некоторые терморезистивные полимеры, вид и марку которых выбирают в зависимости от назначения изделий, предъявляемых к нему требований, прочности, теплостойкости и других свойств.

Основная задача переработки пластмасс литьем под давлением - получение высококачественных изделий (по внешнему виду, прочностным и деформационным показателям, размерной стабильности и пр.) и при максимальной производительности.

Выполнение этих требований определяется свойствами пластмасс, условиями переработки, конструктивными и технологическими возможностями литьевых машин.

Изделия, полученные этим методом, имеют высокоточные размеры, что очень важно при изготовлении комплектующих. В данном курсовом проекте необходимо разработать производство по изготовлению фасонных изделий для труб из полиэтилена высокого давления.

Производственная окружающая среда оказывает существенное влияние на самочувствие, работоспособность человека и производительность его труда. Среда характеризуется: температурой воздуха (оптимальная в производственных помещениях 17-23<sup>0</sup>С в холодный и переходный периоды года, 20-25<sup>0</sup>С в теплый период года); относительной влажностью (оптимальная влажность при указанной температуре 40-60%); скоростью движения воздуха (оптимальная 0,2-0,4 м/с); барометрическим давлением (нормальное – 101,3 кПа); тепловым излучением от нагретых предметов и людей».

Одна из основных причин неудовлетворительных условий труда на предприятиях по переработке пластмасс – загрязнение производственной окружающей среды, точнее – рабочей зоны (пространства высотой до двух метров над уровнем пола, где стоит рабочий) газообразными токсическими продуктами. ГОСТ 12.1.005-76 «ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно - гигиенические требования» определяет ПДК вредных веществ, выделяющихся при переработке пластмасс.

На участке по производству деталей методом литья под давлением основными производственными рабочими являются литейщики пластмасс. На своем рабочем месте литейщики подвергаются опасным и вредным производственным факторам, которые по природе действия подразделяются на следующие группы: физические, химические.

Химически опасные и вредные факторы подразделяются на токсические и раздражающие, проникающие в организм человека через органы дыхания.

Перерабатываемым материалом в цехе является полиэтилен. Композиции полиэтилена при нормальных условиях не оказывают вредного влияния на организм человека, нетоксичны [1].

Фасонные части из полиэтилена относятся к 4-ому классу опасности по ГОСТ 12.1.005. В условиях хранения и эксплуатации они не выделяют в окружающую среду токсичных веществ и при непосредственном контакте не оказывают вредного действия на организм человека. Работа с ними не требует особых мер предосторожности, а утилизация отходов- применения вредных для окружающей среды веществ.

Безопасность технологического процесса при производстве фасонных частей из полиэтилена должна соответствовать ГОСТ 12.3.030. С целью предотвращения загрязнения атмосферы в процессе производства фасонных частей из полиэтилена следует выполнять требования ГОСТ 17.2.3.02.

Пожарно-технические характеристики фасонных частей из полиэтилена следующие:

- группа горючести ГЗ;
- группа воспламеняемости ВЗ;
- дымообразующая способность ДЗ;
- токсичность продуктов горения Т2.

Требования к пожарной безопасности фасонных частей из полиэтилена, используемых в системах внутренней канализации зданий и

сооружений, должны соответствовать указанным в СНиП 2.04.01-85 и СНиП 21-01-97. Для защиты от токсичных продуктов горения применяют изолирующие противогазы или фильтрующие противогазы марки М или БКФ.

В процессе производства фасонных частей из полиэтилена возможно выделение в воздух летучих продуктов термоокислительной деструкции. Предельно допустимые концентрации веществ в воздухе рабочей зоны производственных помещений, а также их классы опасности по ГОСТ 12.1.005, ГОСТ 12.1.007 приведены в таблице 1.

Таблица 1

ПДК веществ в воздухе рабочей зоны производственных помещений

Наименование вещества	ПДК мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности
Формальдегид	0,5	2
Ацетальдегид	5	3
Органические кислоты (в пересчете на уксусную кислоту)	5	3
Окись углерода	20	4
Аэрозоль полиэтилена	10	4

Фасонные части стойки к деструкции в атмосферных условиях. Образующиеся при производстве отходы полиэтилена не токсичны и подлежат вторичной переработке. Непригодные для вторичной переработки отходы подлежат уничтожению в соответствии с санитарными правилами, предусматривающими порядок накопления, транспортирования и захоронения промышленных отходов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Капустин А.В. Технология производства детали из полистирола методом литья под давлением // V Международная студенческая электронная научная конференция «Студенческий научный форум» - URL: <https://www.scienceforum.ru/2013/285/5943>
2. Кулихина Н.Г. Трубы и фасонные части из полиэтилена для систем наружной канализации // Технические условия. – М.: ФГУП «НИИСантехники», 2003. – 40 с.

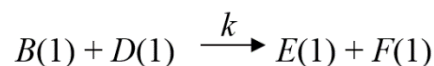
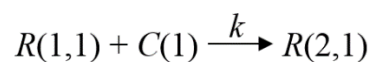
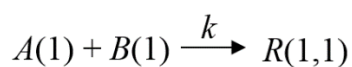
# КИНЕТИКА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКОГО ОЛИГОМЕРА С ОЛИГОМЕРАМИ, СОДЕРЖАЩИМИ УРЕТАНОВЫЕ ГРУППИРОВКИ

Дроздова М.Г., студент  
*старший преподаватель Синявин А.В.*

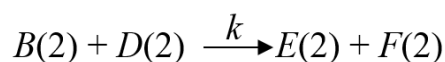
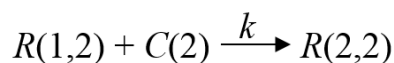
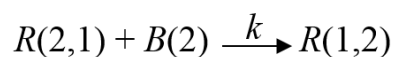
При проведении исследований [1, 2] были проведены исследования по изучению кинетики процесса взаимодействия ПМФС с олигомерами, содержащими уретановые группировки. Для этого был составлен механизм протекания реакций. Ввиду сложности исследуемой системы, сложного механизма протекания реакции аналитически рассчитать эффективные константы скоростей реакции не представляется возможным. В связи с этим константы ступенчатой (миграционной) полимеризации и возможный механизм реакции определяют на основании обработки экспериментальных данных, т.е. решают так называемую обратную задачу, суть которой состоит в следующем. Для предполагаемой кинетической схемы реакции полимеризации составляется математическое описание кинетики процесса. На основании экспериментальных данных по изменению концентрации исходных веществ во времени и степени сшивки, находят такие значения константы, при которых расчетные значения изменения концентрации исходных веществ отличались бы на заданную величину.

В соответствии с принятыми допущениями [3] кинетическая схема поликонденсации (ступенчатой полимеризации) будет иметь вид:

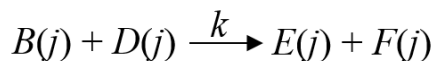
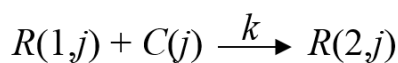
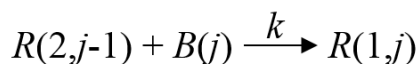
первый цикл:



второй цикл:



$j$ -тый цикл:



и т.д. до  $N$ -го цикла,

где  $A$  – трехфункциональный полиэфир с концевыми гидроксильными группами;

$B$  – полиизоцианат;

$C$  – полиметилфенилсилоксан;

$D$  – вода;

$E$  – амин;

$F$  – углекислый газ.

$k$  – константа скорости реакции.

На основании принятой кинетической схемы, математическое описание процесса ступенчатой полимеризации будет иметь следующий вид:

а) для первого цикла:

$$\frac{d}{dt} A(1) = -K \cdot A(1) \cdot B(1) + K \cdot R(1;1)$$

$$\frac{d}{dt} B(1) = -K[A(1) \cdot B(1) + R(1;1)] - K \cdot [B(1) \cdot D(1) - E(1) \cdot D(1)]$$

$$\frac{d}{dt} R(1,1) = K \cdot [A(1) \cdot B(1) - C(1) \cdot R(1,1) + R(2;1)]$$

$$\frac{d}{dt} R(2,1) = K \cdot R(1,1) \cdot C(1)$$

$$\frac{d}{dt} D(1) = -K \cdot [B(1) \cdot D(1)] + K \cdot [E(1) \cdot F(1)]$$

$$\frac{d}{dt} E(1) = -K \cdot [E(1) \cdot F(1)] + K \cdot [B(1) \cdot D(1)]$$

б) для  $J$ -го цикла:

$$\frac{d}{dt} A(j) = -K \cdot R(2; j-1) \cdot B(j) + K \cdot R(1; j)$$

$$\frac{d}{dt} B(j) = -K[R(1; j) \cdot B(j) + R(2; j)] - K \cdot [B(j) \cdot D(j) - E(j) \cdot D(j)]$$

$$\frac{d}{dt} R(1, j) = K \cdot [R(2; j-1) \cdot B(j) - C(j) \cdot R(1, j) + R(2; j)]$$

$$\frac{d}{dt} R(2, j) = K \cdot R(1, j) \cdot C(j)$$

$$\frac{d}{dt} D(j) = -K \cdot [B(j) \cdot D(j)] + K \cdot [E(j) \cdot F(j)]$$

$$\frac{d}{dt} E(j) = -K \cdot [E(j) \cdot F(j)] + K \cdot [B(j) \cdot D(j)]$$

В данных уравнениях использованы следующие обозначения  $A(j)$ ,  $B(j)$ ,  $R(I,j)$ ,  $C(j)$ ,  $D(j)$ ,  $E(j)$ ,  $F(j)$ - концентрации соответственно полиэфира, полиизоцианата, промежуточного продукта, полиметилфенилсилоксана,

воды, амина и углекислого газа:  $j$  - номер цикла,  $I$  - номер стадии в  $J$ -ом цикле,  $K$  - константа скорости реакции. В соответствии с допущением [3] константы  $K$  равны между собой.

На основании экспериментальных данных по изменению концентрации исходных веществ во времени и разработанного математического описания была составлена программа в среде MATLAB 6.5

В результате работы программы были получены эффективные константы скорости реакции поликонденсации (ступенчатой полимеризации), которые представлены на рис. 1.

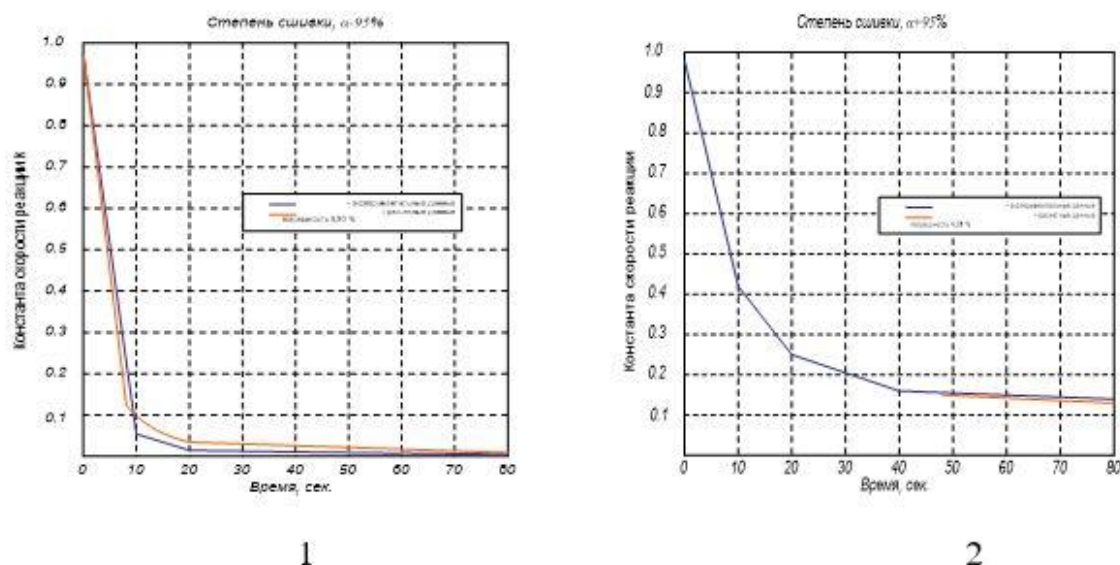


Рис. 1. Кинетика реакции образования: 1- ППУ; 2- ППУ+ПМФС

Введение ПМФС в пенополиуретан понижает эффективную константу скорости реакции, что обусловлено образованием дополнительных поперечных связей.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Синявин А.В., Чухланов В.Ю. Модифицированные теплоизоляционные материалы на основе пенополиуретана. //Строительные материалы №1, 2006. С 60-61
2. Синявин А.В., Чухланов В.Ю., Ильина Е.С. Пенопласты на основе жесткого полиуретана, модифицированного полиметилфенилсилоксаном. // Химическая технология №1, 2012 г. Стр. 31-34
3. Фрэнкс Р. Математическое моделирование в химической технологии. – М.: Химия, 1971. – 272 с.

## ЭКОЛОГИЧНОСТЬ И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КОМПЛЕКТУЮЩИХ ДЛЯ СТИРАЛЬНЫХ МАШИН ИЗ АБС-ПЛАСТИКА

Лебезова В.В., студент  
*к.т.н., доцент Пикалов Е.С.*

В настоящее время переработка пластмасс — это особая область современной технологии, в которой соединяются достижения химии полимеров и материаловедения, химического машиностроения и автоматизации сложных труднорегулируемых процессов. Переработкой пластмасс заняты практически все отрасли народного хозяйства: химической промышленности — на специализированных заводах, в машино-, приборо-, судо-, авиа-, автостроении и других отраслях — в цехах, на участках.

Стиральная машина — это техника, без которой сложно обойтись в любом доме. Не нужна она только тем, кто еще любит стирать вручную. Такие устройства могут не только стирать, но и полоскать и отжимать одежду. Они имеют очень простой принцип работы, ведь все что Вам нужно сделать, это забросить в них грязную одежду, засыпать стиральный порошок и выбрать нужную программу для стирки.

Самым востребованным пластиком для изготовления комплектующих изделий для стиральной машины является АБС-пластик. Он обладает многими положительными качествами для данного производства: прочность, долговечность, нетоксичность, максимальная точность при изготовлении изделий, а цена, делает материал более доступным. В связи с увеличением потребления стиральных пластиков растет и количество отходов, использование которых является экономически и экологически целесообразным, так как вторичное сырье можно использовать для частичной замены первичных материалов.

При переработке полимерных материалов литьем под давлением выделяется, особенно при нарушении режима работы, большое количество летучих продуктов реакций или деструкции, которые не только вредны для здоровья, но и могут образовывать с воздухом взрывоопасные смеси. При переработке АБС — пластика в изделия происходит выделение газообразных продуктов — пары стирола. Для удаления вредных веществ на участке используется вытяжная вентиляция. Восполнение объема



воздуха, удаляемого системами вытяжной вентиляции, осуществляется принудительной приточной вентиляцией [1].

На участке используется современное оборудование. Дробилки имеют звукоизолирующее покрытие и позволяют сделать работу бесшумной. Литьевые машины полностью электрические, что по сравнению с гидравлическими позволяет снизить уровень шума 70 дБ и обеспечить чистоту производства, однако при этом необходимо более тщательно соблюдать требования электробезопасности. Литьевые машины имеют защитное заземление, зануление.

В процессе переработки АБС-пластика образуются возвратные отходы (литники, бракованные изделия), вторичная переработка которых позволяет значительно повысить эффективность использования полимерного материала и создавать малоотходные производства.

При автоматической работе машины нужно следить за удалением отливок из формы, в случае задержки изделия - выключить машину и удалить его. Для того чтобы обеспечить полную безопасность работы, литьевые машины снабжаются блокировочными устройствами, ограждениями опасных мест и надписями, предупреждающими об опасности.

Наибольшая опасность в этих случаях представляют ожоги и попадание рук между полуформами. Поэтому литейщик обязан протирать и смазывать форму только при полностью открытой дверце ограждения, очищать мундштук (сопло) только при отключенном обогреве. Во всех случаях при включённой машине запрещено протягивать руки в зону смыкания через проём сброса изделия.[2]

К специфическим работам, выполненным литейщиком пластмассы, относятся протирка и смазка формы, очистка горячего сопла, контроль утечки масла из системы, проверка исправности крепления шлангов системы термостатирования и защитных ограждений.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воздействие пластика на окружающую среду // Информационный портал «Пластик в окружающей среде» – URL: <https://sites.google.com/site/plasticinenviroment/>
2. Басов Н.И. Техника безопасности при переработке пластмасс - М.: 1978. – 160 с.

## ЭКОЛОГИЧНОСТЬ И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ИЗДЕЛИЙ ИЗ СТЕКЛОВОЛОКНИТОВ

Шишонкова Т.А., студент  
*к.т.н., доцент Пикалов Е.С.*

За последние двадцать лет наблюдается громадный рост потребления полимерных материалов. Полимеры по своему значению приблизились к таким природным материалам, как каучук, хлопок и шелк, которые служили человечеству в течение многих тысячелетий, продолжая играть существенную роль и сейчас. Перспективы применения материалов все время расширяются. В последнее десятилетие технологические процессы и перерабатывающее оборудование были существенно усовершенствованы.

Развитие методов переработки пластмасс неразрывно связано с особенностями полимерных материалов. Высокие прочностные характеристики позволяют применять пластмассы в ряде отраслей машиностроения. Большим преимуществом пластмасс является относительно легкое получение изделий различной величины и различной конфигурации без механической обработки. Это приводит к понижению количества отходов, а значит, значительно сокращает трудовые и материальные ресурсы. [1].

Стеклопластики представляют собой пластмассы, состоящие из стеклянного наполнителя и связующего. В качестве связующего используют обычно ненасыщенные полиэфирные, эпоксидные смолы, феноло-формальдегидные и кремнийорганические смолы, а также некоторые термопласты. В промышленности в настоящее время для производства стеклопластиков применяют главным образом стекловолокнистые наполнители.

Благодаря наличию большого количества различных видов стекловолокнистых наполнителей, может быть получено множество композиционных материалов, различающихся по эксплуатационным свойствам и по областям применения.

В процессе прессования, как и в любом другом производстве, строгое соблюдение технологических требований обеспечивает минимальное количество отходов, сохранность оборудования, качество выпускаемой продукции и безопасность работы.

По степени воздействия вредных веществ на организм человека пресс-материалы стекловолокнисты относятся к III классу опасности по ГОСТ 12.1.005-88 [2].

При переработке и производстве пресс-материала возможны выделения в воздушную среду паров фенола, формальдегида, анилина, этилового спирта, ацетона, стеклопыли и пыли пресс-материала.

Пары фенола и формальдегида вызывают острые и хронические отравления, раздражают слизистые оболочки глаз и дыхательных путей, пары анилина вызывают головокружение, тошноту, головную боль.

Стеклопыль и пыль пресс-материала раздражают дыхательные пути и незащищенные участки кожи.

Этиловый спирт и ацетон – легковоспламеняющиеся жидкости, обладают наркотическим действием, влияют на нервную систему и печень.

Предельно-допустимая концентрация (ПДК) и классы опасности указанных веществ по ГОСТ 12.1.005-88 [2]:

Фенола – 0,1 мг/м<sup>3</sup>, класс опасности II;

Формальдегида – 0,05 мг/м<sup>3</sup>, класс опасности II;

Анилина – 0,1 мг/м<sup>3</sup>, класс опасности II;

Этилового спирта – 1000 мг/м<sup>3</sup>, класс опасности IV;

Ацетона – 200 мг/м<sup>3</sup>, класс опасности IV;

Стеклопыль – 2 мг/м<sup>3</sup>, класс опасности III;

Пыль фенопласта – 6 мг/м<sup>3</sup>, класс опасности III.

Для защиты органов дыхания от пыли применяют респиратор «Лепесток-5» марки ШБ-1 по ГОСТ 12.4.028-76. [2].

Для защиты органов дыхания от вредных паров (газов) и аэрозолей органических веществ допускается применять облегченный газопылезащитный респиратор «Нечерноземье» по нормативной документации.

Образующиеся при производстве пресс-материалов на основе стеклянных волокон пары растворителя (этилового спирта) должны улавливаться и возвращаться в производство и обезвреживаться. Газообразные выделения должны обезвреживаться адсорбционно-каталитическим методом или другими методами, утвержденными и согласованными в установленном порядке. Жидкие органические отходы должны совмещаться с топливными продуктами (мазут и т.п.) и сжигаться. Твердые отходы должны захораниваться на полигонах.

Контроль воздушной среды рабочей зоны должен отвечать требованиям ГОСТ 17.2.3.01-86. [3].

При производстве надо учитывать, что пресс-материалы являются горючими веществами и оснащать производственные участки средствами пожаротушения по ГОСТ-12.3.030-83 [4] – углекислотными и порошковыми огнетушителями, распылителями воды и пара, песком и др.

Отходы из реактопластов повторно не перерабатываются, а вывозятся на специальные полигоны для захоронения или используют в качестве активного наполнителя, добавляя к основному сырью. Их используют благодаря наличию небольшого количества несшитого полимера и возможности использования наполнителя. Особенную сложность представляет переработка отходов стеклопластиков из-за высокой прочности наполнителя. Измельченный стеклопластик называют органоминеральным наполнителем и применяют как модификатор в производстве полимерных изделий, который уменьшает время отверждения и повышает физико-механические свойства [5].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бортников, В.Г. Производство изделий из пластических масс: в 3 т. Т. 2. Технология переработки пластических масс. – Казань: Дом печати, 2002 - 311 с.
2. ГОСТ 12.4.028-76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Респираторы ШБ-1 "Лепесток". Технические условия - М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 8 с.
3. ГОСТ 17.2.3.01-86 Охрана природы (ССОП). Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов - М.: Стандартиформ, 2005– 4 с.
4. ГОСТ 12.3.030-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Переработка пластических масс. Требования безопасности - М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 14 с.
5. Шахова В.Н., Воробьева А.А., Виткалова И.А., Торлова А.С., Пикалов Е.С. Современные технологии переработки полимерных отходов и проблемы их использования // Современные наукоемкие технологии. 2016. № 11-2. С. 320-325. – URL: <https://www.top-technologies.ru/ru/article/view?id=36408>

**КАФЕДРА**  
**«ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА»**

# ГАРМОНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПЕРЕХОДНОГО ПРОЦЕССА В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ С ИЗМЕНЯЮЩИМИСЯ ПАРАМЕТРАМИ

Аграфенин Е.А., студент  
к.т.н., доцент Андрианов Д.П.

Электрическую цепь, состоящую из резистивных и реактивных элементов можно рассматривать как колебательный контур (рис.1). Изменение величины ёмкости или индуктивности выступает как возмущающее воздействие на колебательный контур.

При моделировании переходного процесса численными методами, представляет интерес гармонический анализ результатов эксперимента.

Моделировалась электрическая цепь переменного тока при замыкании ключа и последующем скачкообразном изменении ёмкости конденсатора. При расчётах применялся метод Рунге-Кутты 4-порядка с постоянным шагом.

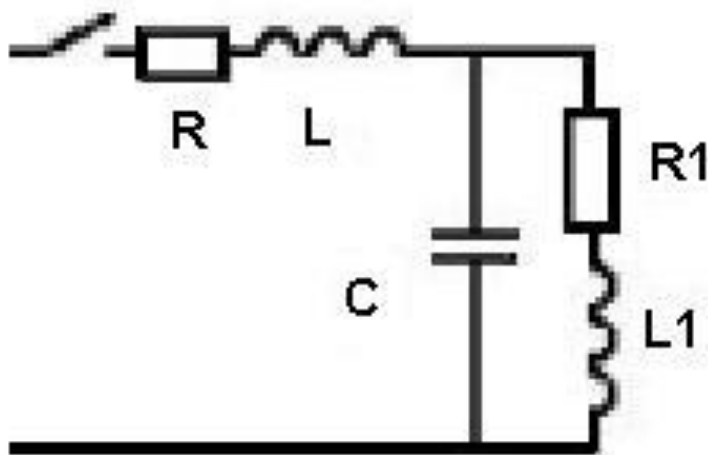


Рис.1. Схема замещения электрической цепи.

Рассматривались два варианта возмущающих воздействий: увеличение и уменьшение ёмкости конденсатора на определённую величину.

Характер изменения силы тока представлен на рис.2:

- а) – переходный процесс при стабильных параметрах;
- б) – переходный процесс при скачкообразном увеличении ёмкости через 0,02 с после замыкания ключа;
- в) – переходный процесс при скачкообразном уменьшении ёмкости через 0,02 с после замыкания ключа.

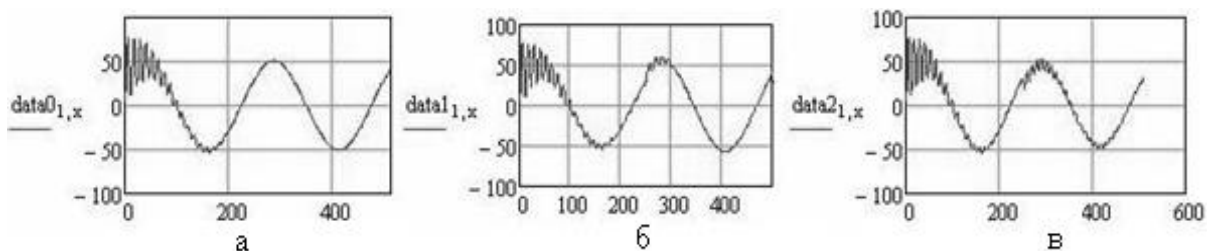


Рис. 2 Характер изменения силы тока.

Разница между поведением силы тока при стабильных параметрах и с учётом возмущений представлена на рис.3:

- а) – разница между графиками рис. 2 а и рис. 2 б;
- б) – разница между графиками рис. 2 а и рис. 2 в.

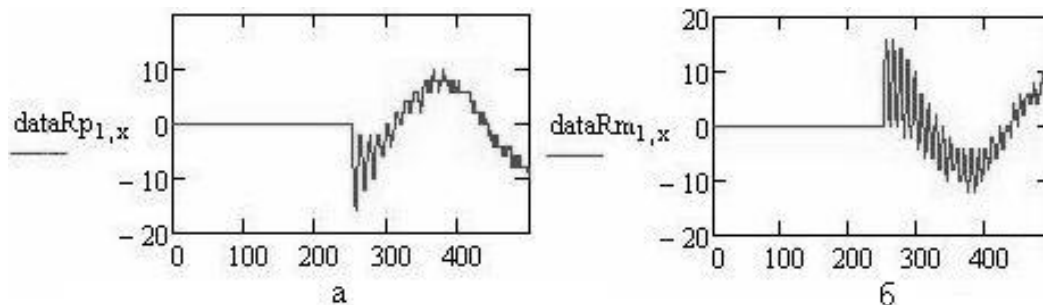


Рис. 3 Разница между поведением силы тока.

Для гармонического анализа использовались стандартные функции математического пакета MathCAD. Прямое комплексное Фурье-преобразование проводилось для 512 точек, взятых через равный промежуток времени и в совокупности соответствующих промежутку времени 0,04 с.

Частотные спектры для результатов моделирования представлены на рис.4:

- а) – переходный процесс при стабильных параметрах;
- б) – переходный процесс при увеличении ёмкости;
- в) – переходный процесс при уменьшении ёмкости;

Для разницы между графиками рис. 2 а и рис. 2 б и разницы между графиками рис. 2 а и рис. 2 в частотные спектры представлены на рис.5 а и рис.5 б.

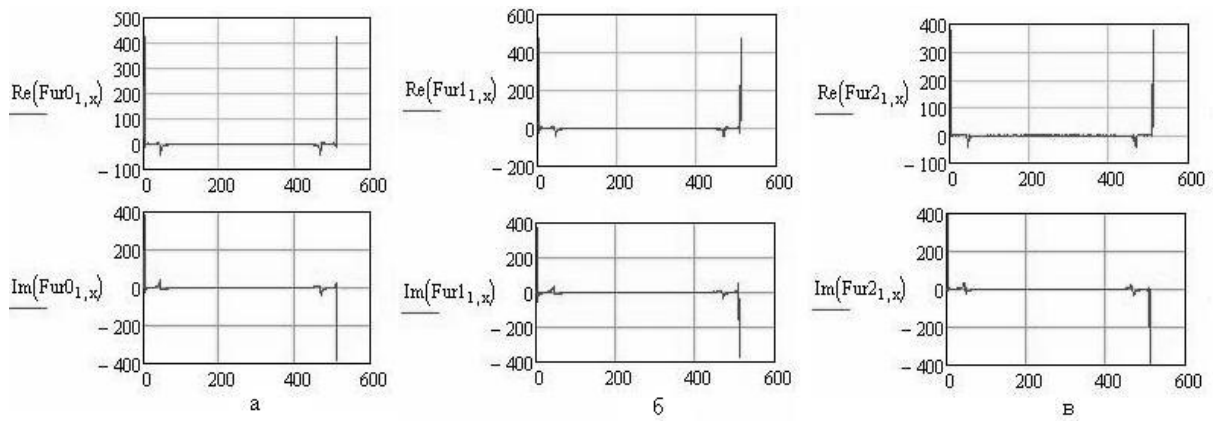


Рис 4. Частотные спектры.

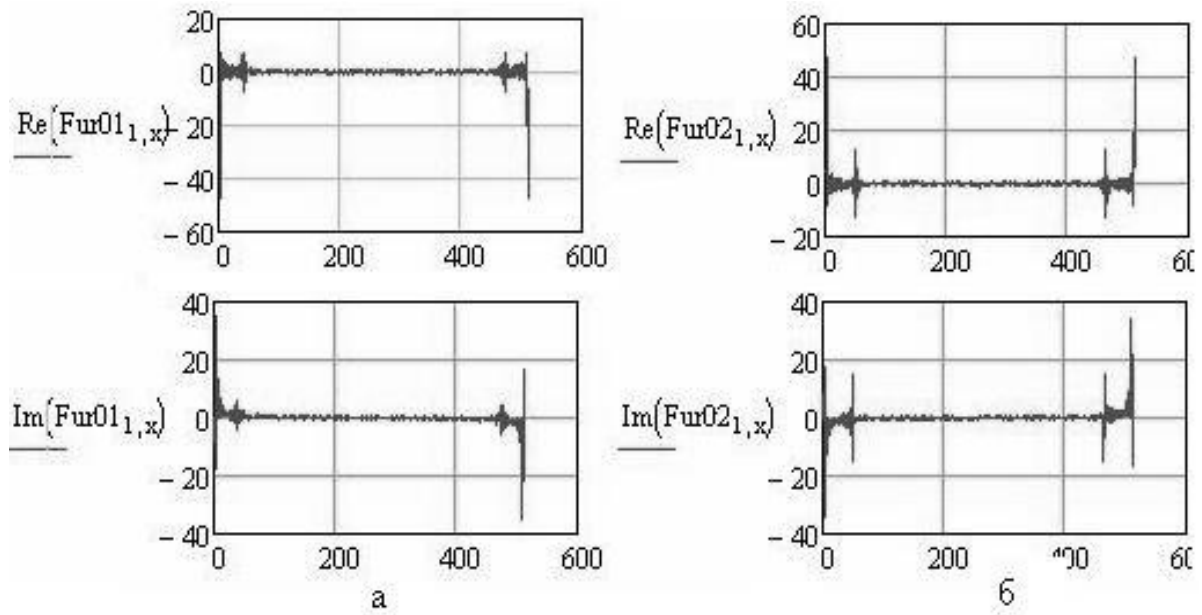


Рис. 5. Частотные спектры для разницы между вариантами.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дьяконов В. Mathcad 2001: учебный курс.-СПб.: Питер, 2001. – 624



# МЕТОД КУСОЧНО-КВАДРАТИЧНОЙ ИНТЕРПОЛЯЦИИ ТАБЛИЧНО ЗАДАННОЙ ФУНКЦИИ С НЕПРЕРЫВНОЙ ПЕРВОЙ ПРОИЗВОДНОЙ, ОСНОВАННЫЙ НА ЛИНЕЙНОМ КОМБИНИРОВАНИИ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПАРАБОЛ

Гулёнкин В.С., студент  
к.т.н., доцент Шмелёв В.Е.

В инженерной практике часто приходится иметь дело со справочными и экспериментальными данными, в частности – с таблично заданными функциональными зависимостями (кривые намагничивания и размагничивания магнитных материалов, вольт- амперные характеристики нелинейных резистивных элементов, кулон- вольтные характеристики варикапов и др.). В ходе выполнения технических расчётов требуется доопределять эти зависимости до промежуточных значений аргумента, не совпадающих с табличными. Такое доопределение в вычислительной математике называют интерполяцией [1], если доопределённая функция точно проходит через таблично заданные точки.

Существует много методов интерполяции. Наиболее часто применяются полиномиальные и кусочно- полиномиальные методы, различающиеся степенью сложности алгоритмической реализации, гладкостью и склонностью к «раскачке». Гладкие (непрерывно-дифференцируемые) кусочно- полиномиальные интерполирующие выражения называют сплайнами.

Пусть известны значения некоторой функции  $f$  в  $n+1$  различных точках  $x_1, x_2, \dots, x_n, x_{n+1}$ , заданных одномерным массивом и записанных в массиве в порядке возрастания. Соответствующие значения функции  $f$  заданы одномерным массивом той же длины (функция задана в виде табл. 1).

Таблица 1

$x$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$
$y$	$y_1$	$y_2$	$y_3$	$y_4$	$y_5$	$y_6$	$y_7$	$y_8$

Кусочно- квадратичная интерполяция таблично заданной функции обычно сводится к построению в координатах  $(x,y)$  отрезков парабол (квадратичных функций) соединяющих пары точек  $((x_1,y_1), (x_2,y_2)), ((x_2,y_2), (x_3,y_3)), ((x_3,y_3), (x_4,y_4)), \dots, ((x_n,y_n), (x_{n+1},y_{n+1}))$ . Внутри области определения  $[x_1, x_{n+1}]$  всего таких отрезков  $n$ . В каждом отрезке с номером  $i$  интерполирующая функция определяется выражением

$$y = y_i + b_i \cdot (x-x_i) + g_i \cdot (x-x_i)^2. \quad (1)$$

В узлах  $x_i$  не нарушается непрерывность интерполирующего выражения и его первой производной по  $x$ , но она терпит изломы (наблюдаются скачки второй производной по  $x$ ). Таким образом, строится

квадратичный сплайн с непрерывной первой производной. В стандартных алгоритмах перед вычислением интерполирующего выражения требуется выполнение логических операций, чтобы определить, какому отрезку принадлежит аргумент оцениваемой функции.

Чтобы не требовалось выполнение этих логических операций, предложен метод кусочно-квадратичной интерполяции таблично заданной функции с непрерывной первой производной, основанный на линейном комбинировании модифицированных парабол, которые являются непрерывно-дифференцируемыми первого порядка в узлах  $x_i$ . Модификация парабол заключается в замене последнего слагаемого в выражении (1) на  $g_i \cdot (x-x_i) \cdot |x-x_i|$ . Благодаря свойству непрерывности первой производной и разрывности второй производной модифицированных парабол есть возможность построить единое интерполирующее сплайновое выражение на всей области определения  $[x_1, x_{n+1}]$ .

Формула кусочно-квадратичной интерполяции имеет вид:

$$f(x) \approx c_0 + c_1 \cdot x + c_2 \cdot x^2 + \sum_{i=3}^{n+1} c_i \cdot (x - x_{i-1}) \cdot |x - x_{i-1}|, \quad (2)$$

где 
$$c_i = \frac{1}{4} \cdot \left( \frac{m_i - m_{i-1}}{x_i - x_{i-1}} - \frac{m_{i-1} - m_{i-2}}{x_{i-1} - x_{i-2}} \right), \quad i = 3 \dots n+1;$$

$$c_2 = \frac{1}{4} \cdot \left( \frac{m_{n+1} - m_n}{x_{n+1} - x_n} + \frac{m_2 - m_1}{x_2 - x_1} \right);$$

$$\frac{f_{i+1} - f_i}{x_{i+1} - x_i} = \frac{m_{i+1} + m_i}{2} \Rightarrow m_{i+1} = 2 \cdot \frac{f_{i+1} - f_i}{x_{i+1} - x_i} - m_i,$$

$$m_i = 2 \sum_{k=1}^{i-1} (-1)^{i-k-1} \frac{f_{k+1} - f_k}{x_{k+1} - x_k} - (-1)^i \cdot m_1.$$

Наклон сплайна в первой точке сетки определяется из условия минимальной раскочки

$$\sum_{i=1}^n \left( \frac{m_{i+1} - m_i}{x_{i+1} - x_i} \right)^2 \rightarrow \min, \quad \text{т.е.} \quad 2 \sum_{i=1}^n \left( \frac{m_{i+1} - m_i}{x_{i+1} - x_i} \cdot \frac{d}{dm_1} \left( \frac{m_{i+1} - m_i}{x_{i+1} - x_i} \right) \right) = 0,$$

откуда

$$m_1 = \sum_{i=2}^{n+1} \left( \frac{(f_i - f_{i-1}) \cdot (-1)^i}{(x_i - x_{i-1})^3} + \frac{2}{(x_i - x_{i-1})^2} \sum_{k=2}^i \left( (-1)^k \cdot \frac{f_k - f_{k-1}}{x_k - x_{k-1}} \right) \right) \Bigg/ \sum_{i=2}^{n+1} (x_i - x_{i-1})^{-2};$$

$$c_1 = m_1 - 2c_2 x_1 + 2 \sum_{i=3}^{n+1} c_i \cdot (x_1 - x_{i-1}); \quad c_0 = f_1 - c_1 x_1 - c_2 x_1^2 + \sum_{i=3}^{n+1} c_i \cdot (x_1 - x_{i-1})^2.$$

Алгоритм построения сплайна (2) реализован в виде m-функции в системе MATLAB. Алгоритм вычисления интерполирующего выражения (2) в нужном массиве точек также реализован в виде m-функции.

Рассмотрим пример. Основная кривая намагничивания листовой электротехнической стали 1571 толщиной 0,35 мм задана таблично [2] (табл. 2). С помощью интерполяционного выражения (2) представим эту характеристику гладкой кривой, считая, что при  $H=0$   $B=0$ , где  $H$  - напряжённость магнитного поля,  $B$  – магнитная индукция.

Таблица 2

$H$ , А/м	10	20	50	70	100	200	500	1000
$B$ , Тл	0,035	0,14	0,48	0,61	0,77	0,92	1,21	1,3

На рис. 1 представлен результат гладкой интерполяции кривой намагничивания.

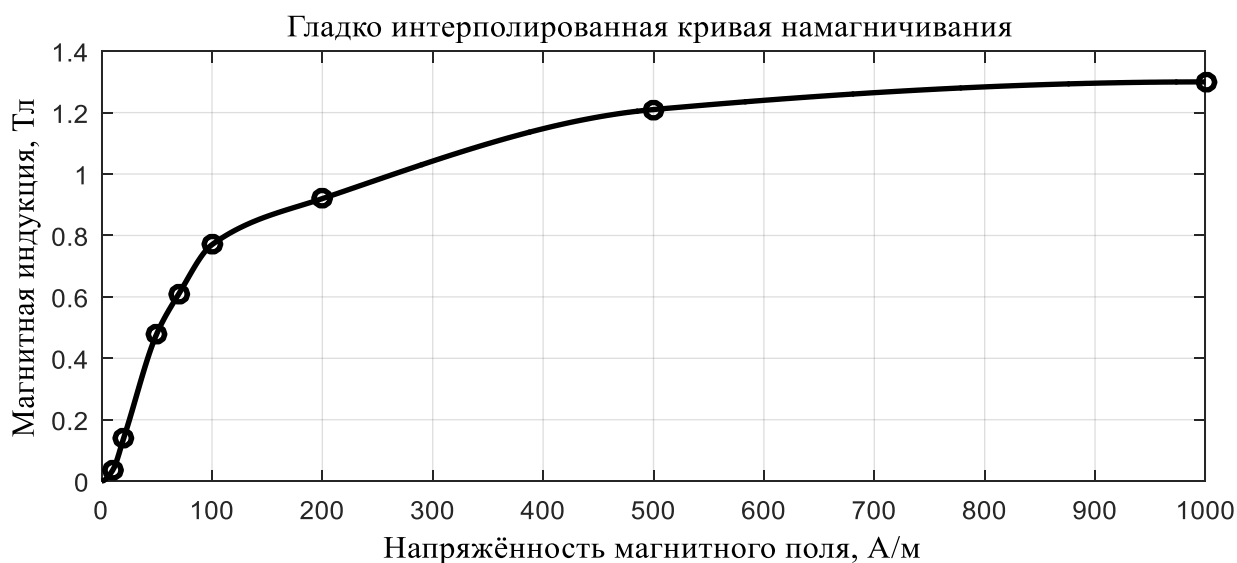


Рис. 1. Результат интерполяции кривой намагничивания

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Численные методы и программирование: Учебное пособие / Колдаев В.Д.; Под ред. Гагариной Л.Г. – М.:ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2016. – 336 с.: 60х90 1/16. – (Профессиональное образование) (Переплёт 7БЦ) – ISBN 978-5-8199-0333-9. – <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=546692>.
2. Электротехнический справочник. В 3-х т. Т. 1. Общие вопросы. Электротехнические материалы/ Под общ. ред. профессоров МЭИ В.Г. Герасимова, П.Г. Грудинского, Л.А. Жукова и др. – М: Энергия, 1980. – 520 с.

# ОПТИЧЕСКИЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ

Елисеев А.А., студент  
*д.т.н., профессор Шахнин В.А.*

Измерение электрических величин при высоких значениях напряжений и токов является одним из наиболее сложных и ресурсоемких видов измерений. В качестве первичных преобразователей обычно используются электромагнитные измерительные трансформаторы тока и напряжения. Эти устройства давно используются в энергетике, претерпели множество конструктивных изменений, но, к сожалению, не избавились от недостатков, вытекающих из их физической природы. К таким недостаткам, в первую очередь, можно отнести низкий коэффициент полезного действия и недостаточную точность преобразования из-за явлений резонанса, гистерезиса, насыщения и остаточного намагничивания. Конструктивные особенности этих устройств приводят к тому, что зачастую они сами могут быть источниками аварий на энергообъектах, например, из-за недостаточной надёжности гальванической развязки между первичной и вторичной обмотками. Эти недостатки и побуждали разработчиков искать новые подходы к построению высоковольтных преобразователей, которые были бы основаны на иных принципах работы. Наиболее перспективным и результативным в этом поиске оказалось направление, связанное с использованием магнитооптических эффектов при разработке первичных датчиков тока и напряжения. Разработка оптических измерительных трансформаторов и анализ первых результатов их эксплуатации очень актуальны в настоящее время. Практически все ведущие электротехнические компании интенсивно работают в этом направлении [1, 2].

Физики давно знают об эффектах влияния электрического и магнитного полей на световую волну. С практической точки зрения наиболее интересны эффекты Поккельса и Фарадея. Эффект Фарадея заключается в изменении поляризации светового потока под воздействием магнитного поля (рис.1, *а*). Эффект Поккельса заключается в изменении угла преломления и поляризации под воздействием электрического поля (рис.1, *б*).

Несмотря на то, что эти эффекты известны науке свыше ста лет, работы по их практическому использованию в электроизмерениях начали интенсивно вестись в течение последних двадцати лет. Усилия ученых и инженеров прежде всего были направлены на повышение точности, стабильности, устойчивости к воздействию внешних факторов, долговечности и, конечно же, к снижению стоимости преобразователей. В

результате к настоящему времени развитие опто-электронной техники достигло требуемого для практического применения в электроэнергетики уровня.

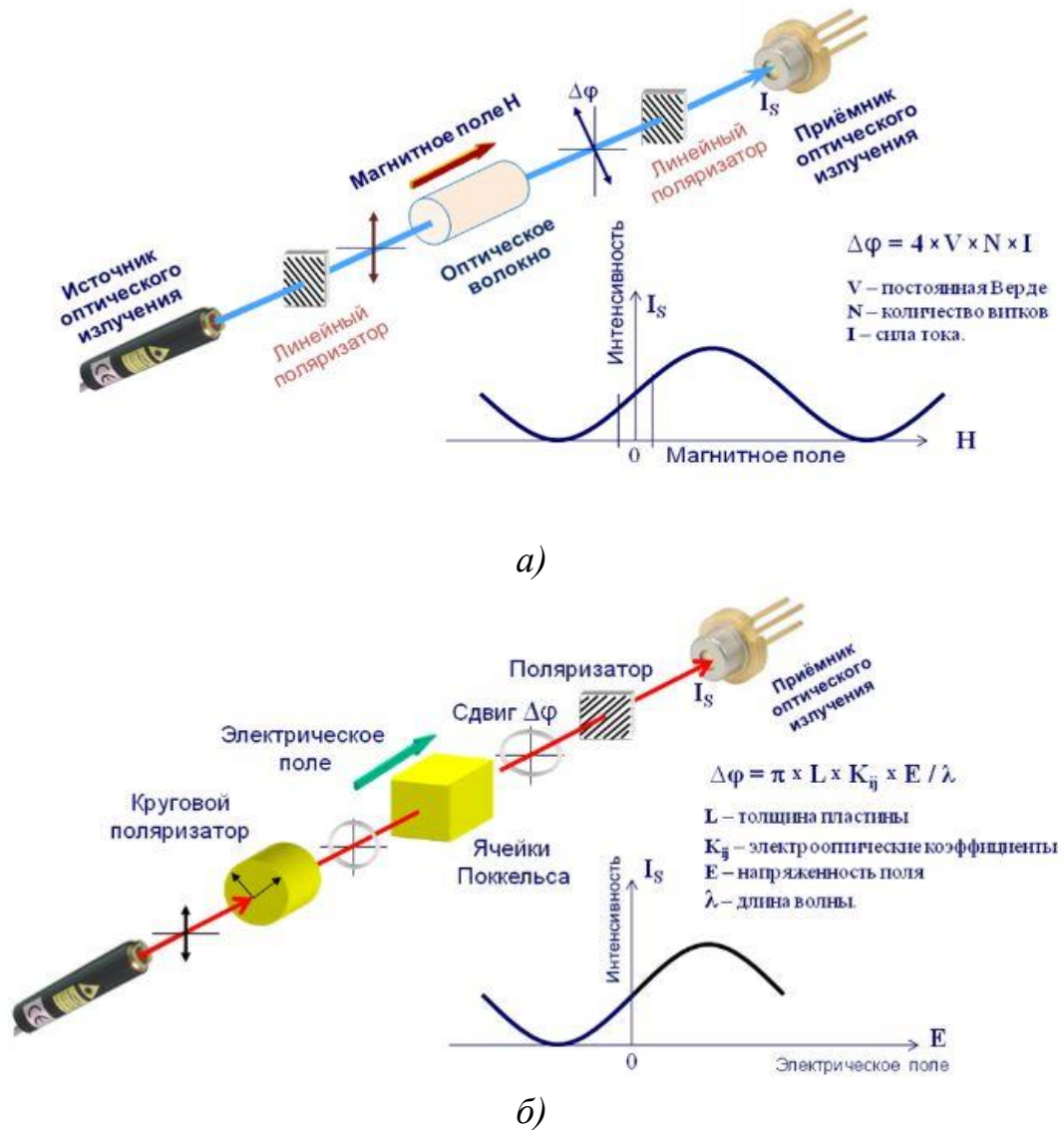


Рис.1. Оптические эффекты: а) Фарадея;  
 б) Показеля

Современные оптические преобразователи компании NxTPhase T&D Corporation (рис. 2) состоят из пассивной оптической колонны и комплекта электроники. Оптическая колонна преобразователя тока включает в себя оптический сенсор, представляющий собой определенное количество витков оптического волокна, расположенных перпендикулярно шине, по которой протекает первичный ток. Физического контакта сенсора с шиной не требуется. Далее волокна от сенсора, проходя через полимерный изолятор, выводятся на оптический кросс, расположенный в нижней части колонны. Никаких других измерительных элементов, кроме оптического

волокна в колонне, не присутствует. В преобразователе напряжения внутри колонны добавляются оптические ячейки, измеряющие напряженность поля. Волокна от оптических ячеек так же выводятся на кросс.

Вся обработка сигналов проводится в блоках электроники, которые соединяются с колоннами оптическим кабелем значительной протяженности.



Рис.2. Внешний вид оптических преобразователей:1, 3- преобразователи тока NXCT и NXCT-F3; 2- преобразователь тока и напряжения NXVCT

Из физической основы оптических преобразователей вытекают их основные преимущества перед электромагнитными трансформаторами напряжения и тока:

1. Широкий динамический диапазон измерений. Высочайшая термическая и электродинамическая стойкость.
2. Высокая линейность.
3. Отсутствие явлений насыщения, гистерезиса, остаточного необратимого изменения параметров после перегрузки вследствие, например, короткого замыкания.
4. Отсутствие явления резонанса.
5. Широкий частотный диапазон, позволяющий анализировать гармоники напряжения и тока непосредственно в высоковольтной цепи.
6. Отсутствие влияния нагрузки вторичных цепей и потерь в них.
7. Высокая устойчивость оптоволоконных информационных каналов к внешним электромагнитным помехам.
8. Меньшие массогабаритные показатели.

9. Высокая безопасность, пожароустойчивость и экологичность – преобразователи не содержат в себе ни масла, ни бумаги, ни элегаза.

Требования к оптическим преобразователям сформулированы в международных стандартах [3, 4].

Впервые в России оптические преобразователи были продемонстрированы компанией «ПроЛайн», являющейся эксклюзивным представителем компании NxtPhase T&D Corporation (Canada) на выставке «Электрические сети России» в ноябре 2006 года [5]. Уже в январе 2007 года в России установлены и запущены в эксплуатацию первые две трехфазные совмещенные системы оптических преобразователей на напряжение 220 кВ на одном из ведомственных объектов в Вологодской области. Работы проводились при температурах ниже минус 15°C. Основное отличие от монтажа традиционных трансформаторов – это использование оборудования для сварки оптоволокон. Инсталляция выполнена успешно, и в настоящее время оптические измерители функционируют параллельно с традиционными электромагнитными трансформаторами (ТГФ-220, НАМИ-220), что создает уникальные возможности для проведения дальнейших экспериментов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Власов М. А., Сердцев А.С. Оптические трансформаторы: первый опыт. №8(21) 2007, с.34-36.
2. Власов М. А., Сердцев А.С. Высоковольтные оптические преобразователи для систем измерений и анализа качества электрической энергии. //Энергорынок, № 10 (35) 2016, с. 43–46.
3. IEC 60044-7, Instrument transformers – Part 7: Electronic voltage transformer.
4. IEC 60044-8, Instrument transformers – Part 8: Electronic current transformer.
5. Аношин О. А., Палей Э. Л. Электротехнический рынок России. Застой или временная передышка? // Новости электротехники, № 6 (42), 2016, с. 36–38.

## ПРЕДСТАВЛЕНИЕ КАРТОГРАММЫ НАГРУЗКИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕПРИЯТИЯ В ФОРМЕ 3D-ГИСТОГРАММЫ

Калякин И.А., студент  
*к.т.н., доцент Андрианов Д.П.*

При проектировании схем электроснабжения предприятий используют картограммы электрических нагрузок, которые представляют размещенные на генеральном плане предприятия окружности, площадь которых соответствует в выбранном масштабе расчетным нагрузкам. Данные картограммы являются плоскими. Для проектировщиков более удобным было бы использовать объемное представление распределения мощности цехов по территории предприятия. Указанный подход можно реализовать с помощью 3D-гистограмм.

Опорная плоскость 3D-гистограммы отображает расположение цехов на территории предприятия, а вертикальная координата – величину расчетной мощности цехов.

Предлагается методика построения 3D-гистограмм в математическом пакете Mathcad, алгоритм которой включает:

- 1) Считывание таблицы нагрузок (таблица 1) цехов предприятия из файла в загрузочную матрицу.
- 2) Дискретизация опорной плоскости гистограммы.
- 3) Преобразование загрузочной матрицы в матрицу гистограммы.
- 4) Расчет местоположения ГПП.
- 5) Введение данных о ГПП в матрицу гистограммы.
- 6) Загрузка матрицы гистограммы в модуль построения трехмерных графиков математического пакета.

Таблица 1

Координата X	20	240	180	260	240	260	200	180	340
Координата Y	100	60	60	100	240	180	240	120	160
Нагрузка	420	1600	360	1100	650	2100	1850	240	40

На рис.1 приведен пример листинга построения объемной картограммы электрических нагрузок с учетом главной понижающей подстанции (ГПП), для удобства восприятия при отображении мощности ГПП использован коэффициент масштабирования 0,3.



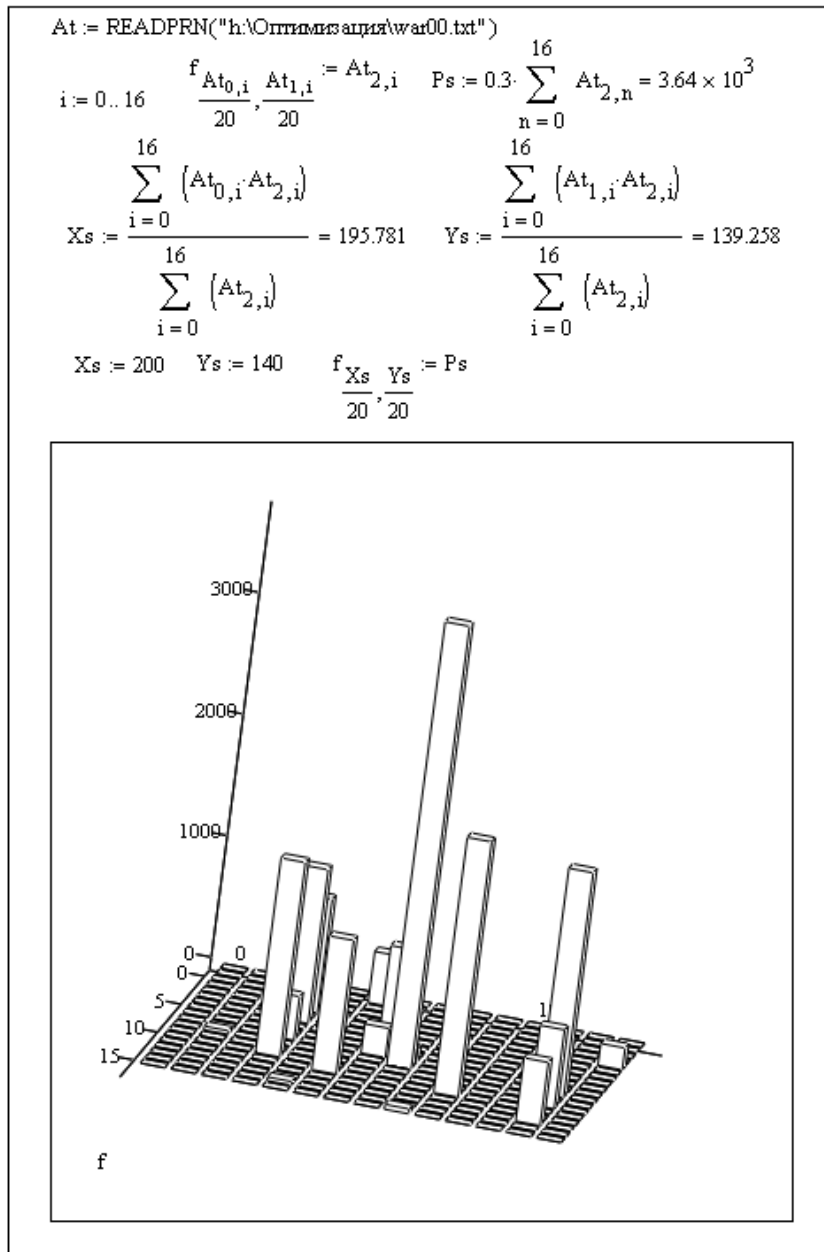


Рис.1. Листинг построения картограммы.

Подобные объемные графики широко применяются при представлении сложных статистических данных. Обычно их построение считается «высшим пилотажем», но Mathcad превращает его в обыденную операцию.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дьяконов В. Mathcad 2001: учебный курс.-СПб.: Питер, 2001. – 624 с.

# СОВРЕМЕННЫЙ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЙ ЖИЛОЙ ДОМ

Капков А.С., студент  
д.т.н., профессор Шахнин В.А.

Современным эталоном теплого жилища является так называемый «пассивный» дом. Такое здание потребляет на свое отопление за год не более  $15 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ . Для сравнения, примерный уровень потребления энергии обычного кирпичного здания составляет  $200 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ . Но «пассивный дом» — это еще не предел. Дома «нулевой энергии» вообще не потребляют ни единого киловатта извне. Такое жилище отапливается теплом человеческих тел, работающих электроприборов и проникающим через окна солнечным светом. А есть еще и здания, которые вырабатывают энергии больше, чем потребляют. Перечислим резервы экономии.

1. Для экономии электроэнергии целесообразно использовать:

1.1. Инверторный преобразователь, аккумуляторную установку и устройство для получения электроэнергии.

Наиболее распространенные варианты устройств для получения электроэнергии:

- Ветрогенераторная установка, общей мощностью 5-15 кВт (Рис. 1.);



Рис. 1. Автономная система электроснабжения с использованием ветрогенераторной установки

- Солнечные панели (Рис. 2.);
- Топливный генератор (бензиновый или дизельный), как дополнительный источник электроэнергии;

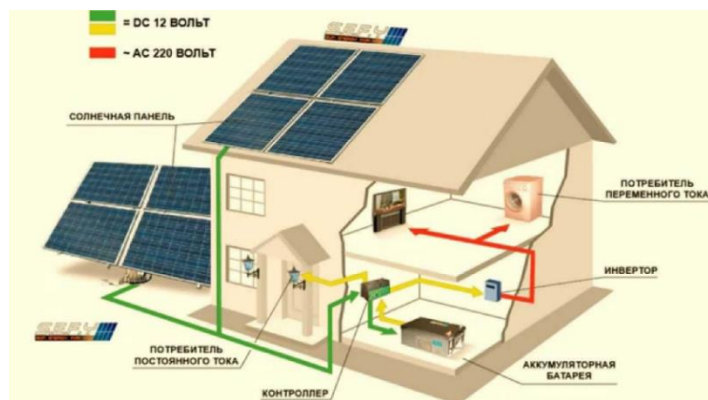


Рис. 2. Автономная система электроснабжения с использованием солнечных панелей

1.2. Диодное освещение (экономия по сравнению с лампами накаливания – 10 раз, по сравнению с люминесцентными лампами – 3 раза) с проходными выключателями;

1.3. В проходных комнатах и не жилых помещениях устанавливаются датчики движения (запрограммированные на человека), на уличное освещение – датчик освещённости и контроллер с таймером, выключающим свет на улице по заданному графику (Рис. 3.);

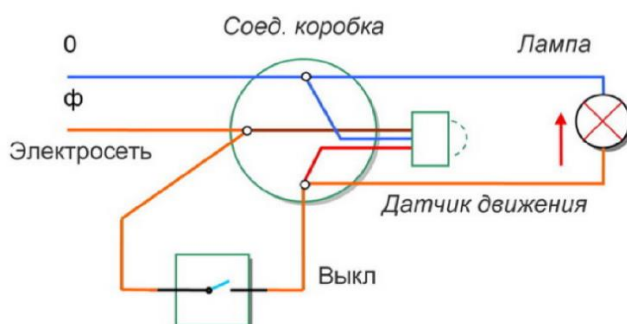


Рис. 3. Схема подключения датчика движения к системе освещения

1.4. Управление кондиционированием, отоплением, светом и водой через систему «умный дом».

2. Для экономии на отоплении и кондиционировании целесообразно использовать:

2.1. Для отопления используем тепловой насос (Рис. 4.) от грунтового тепла горизонтального или вертикального типа и пеллетный котел с бункером и шнековой подачей стружки (Рис. 5.);

2.2. Экономия на кондиционировании возможна при использовании фанкойлов с подачей холодной воды из колодца (или скважины) и последующим сбором конденсата и отправкой его в бак накопитель для бытовых нужд;

2.3. Утепление окон, дверей, дымоходов и внешних стен дома с помощью экструдированного пенополистирола (не менее 50 мм) с последующим оштукатуриванием поверхности;



Рис. 4. Схема отопления при помощи теплового насоса

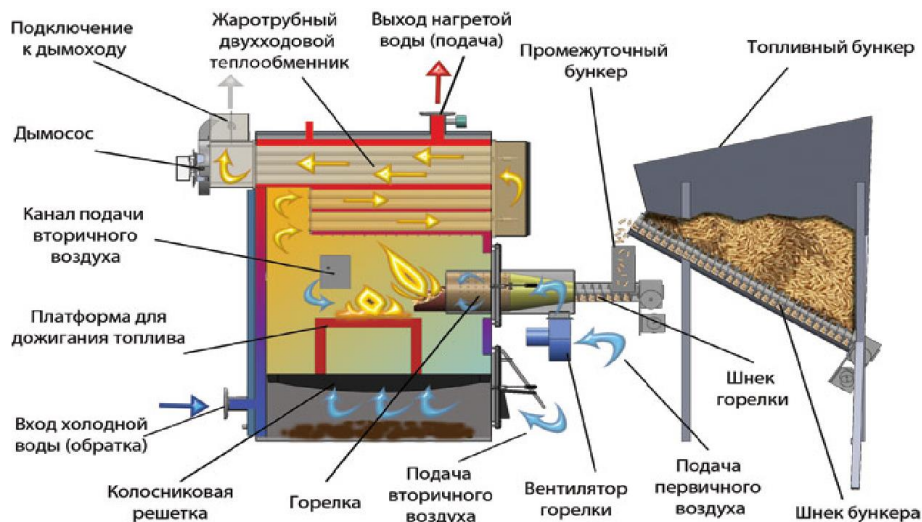


Рис. 5. Схема работы пеллетного котла с бункером и шнековой подачей стружки

3. Для экономии воды используем колодец или скважину с насосной станцией и устанавливаем сенсорную систему управления водой (уменьшение расхода воды в 4-6 раз).

4. Экономия на канализации достигается бактериально-ускоренным разложением и применением метаногенератора.

Использование предложенных технологий в строительстве дома обойдется в сумму около 2 млн руб. Срок окупаемости – 5 лет

## ПРОДОЛЬНАЯ КОМПЕНСАЦИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ КОРОТКОЙ СЕТИ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ ПЕЧИ

Соловьёва С.Г., студент

*к.т.н., доцент Колесник Г.П.*

Успешное решение вопросов энергоэффективности и энергосбережения связано с внедрением новых технологий в промышленности и современных технических средств генерирования и передачи электроэнергии до потребителя. Эти мероприятия позволяют увеличить коэффициент полезного действия при преобразовании энергии органических энергоносителей, запас которых ограничен, в электромагнитную и другие виды энергии.

Решение вопроса энергоэффективности затрудняют нагрузки с большим технологическим диапазоном изменения мощностей (от режима холостого хода до режима короткого замыкания) и низким значением коэффициента мощности (порядка 0,7 и менее). К нагрузкам такого рода относятся электродуговые печи, в частности, ферросплавные [1].

Наиболее широко распространены в ферросплавной промышленности круглые трехфазные печи с расположением электродов треугольником. При этом достигается высокая концентрация тепла достаточная для соединения плавильных тиглей, образующихся под каждым электродом. При рациональной конструкции короткой сети и наличии установок искусственной компенсации реактивной мощности такие печи могут работать с высоким коэффициентом мощности, достигающим 0,95.

Токопровод вторичного напряжения (короткая сеть) является важной частью конструкции ферросплавной печи, он включает в себя проводники тока от обмотки трансформатора к контактными щечкам, щеки и электроды печи. Электрический баланс мощной ферросплавной печи показывает, что потери в короткой сети составляют около 35% общих потерь или 7-15% подведенной мощности. Потери в токопроводящей сети увеличиваются пропорционально квадрату силы тока печи и значение этих потерь при больших токах возрастает сильнее, чем значение полезной мощности печи.

Поэтому работают обычно по режиму, определяемому превышением полезной мощности над потерями электроэнергии в короткой сети при достаточном высоком коэффициенте мощности ( $\cos\varphi$ ) [1].

Мероприятия по коррекции коэффициента мощности системы электроснабжения электродуговой печи при питании от трехобмоточного трансформатора можно выполнить на стороне высшего напряжения (ВН) или на стороне среднего (СН) или низшего напряжения (НН) [2].

Компенсацией реактивной мощности на стороне высшего напряжения можно выполнить основные требования к коэффициенту мощности управлением по энергосбережению, но не решает проблему потерь мощности в короткой сети печного трансформатора.

Техническая реализация компенсирующей установки на стороне низшего напряжения связана с увеличением габаритных размеров и усложнением монтажа из-за больших значений тока компенсации НН в несколько десятков тысяч ампер, но может повышать эффективность печного трансформатора.

Наиболее целесообразной оказывается компенсация реактивной мощности на стороне среднего напряжения, которую можно разделить на параллельную и последовательную. Параллельная компенсация реактивной мощности на стороне среднего напряжения аналогична с действием компенсации стороне ВН с теми же недостатками. Последовательная компенсация СН и параллельная компенсация НН могут решать проблему потерь мощности в короткой сети печного трансформатора, при этом коэффициент мощности может достигнуть 0,92.

Последовательную компенсацию реактивной мощности на стороне среднего напряжения принято называть продольной компенсацией, поскольку компенсационные электрические емкости оказываются включенными последовательно с нагрузкой в главном контуре.

Упрощенная схема включения компенсирующей емкости в обмотку среднего напряжения трехобмоточного трансформатора без дополнительных элементов защиты от коммутационных перенапряжений на конденсаторе показана на рис. 1, а схема замещения компенсирующей установки по схеме рис. 1. на одну фазу показана на рис. 2.

Параметры элементов схемы по рис. 2 могут быть определены по паспортным данным трансформаторов T1 и T2: потерям холостого хода и короткого замыкания, току холостого хода и напряжению короткого замыкания, номинальному напряжению и номинальной полной мощности, значению коэффициента трансформации идеального трансформатора [2].

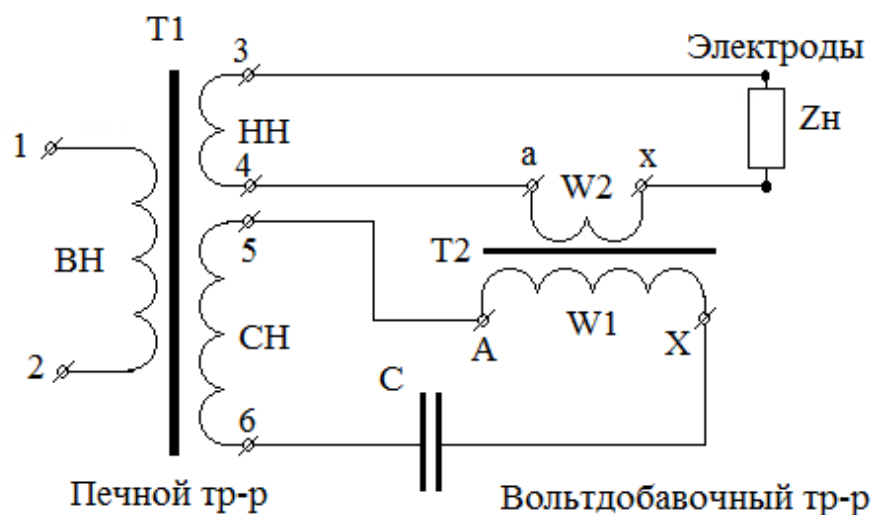


Рис. 1. Упрощенная схема включения компенсирующей емкости в обмотку СН трехобмоточного трансформатора.

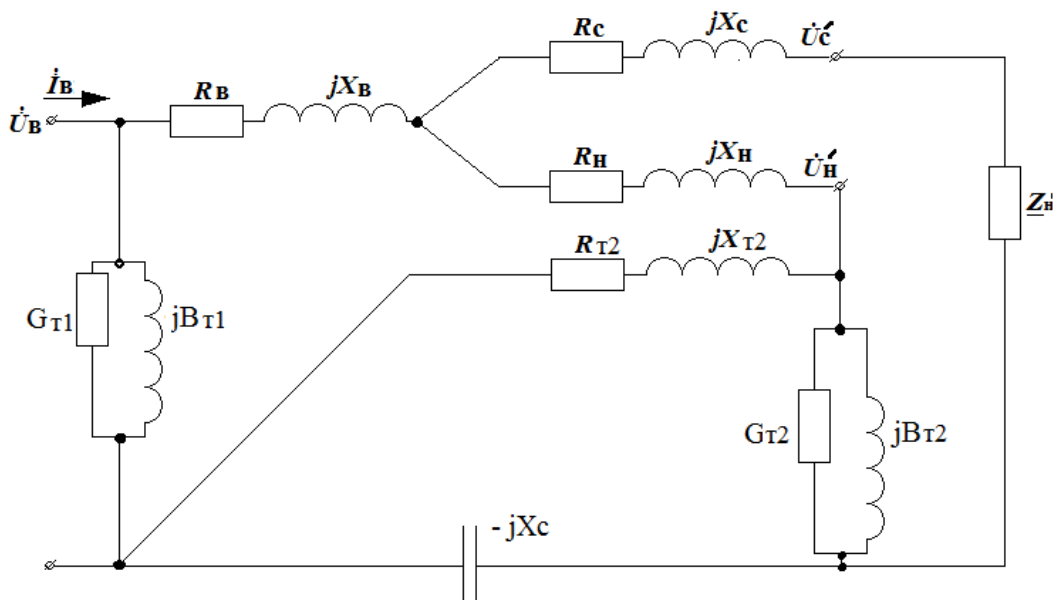


Рис. 2. Схема замещения компенсирующей установки с компенсирующей емкостью на стороне СН

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Суворин, А. В. Электротехнологические установки [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А. В. Суворин. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2011. - 376 с. - ISBN 978-5-7638-2226-7.

2. Герасименко, А. А. Передача и распределение электрической энергии: учебное пособие / А. А. Герасименко, В.Т. Федин. – 3-е изд. перераб. – М.: КНОРУС, 2012. – 648 с. - ISBN 978-5-406-00284-1

*Научное издание*

ДНИ НАУКИ СТУДЕНТОВ ИАСЭ – 2016, 2017

Материалы научно-технических конференций

28 марта – 15 апреля 2016 г.

1 марта – 31 марта 2017 г.

Владимир

*Издаются в авторской редакции*

За содержание статьи, точность приведенных фактов и цитирование  
несут ответственность авторы публикаций

Подписано в печать 15.12.17.

Формат 60×84/16. Усл. печ. л. 20,93. Тираж 50 экз.

Заказ

Издательство

Владимирского государственного университета  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых.  
600000, Владимир, ул. Горького, 87.