

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЦЕНТР НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ ЭВЕНСИС

FEDERAL CENTER OF SCIENCE AND EDUCATION



**Технические науки: современный взгляд
на изучение актуальных проблем**

Выпуск II

**Сборник научных трудов по итогам
международной научно-практической конференции
(25 июля 2017 г.)**

г. Астрахань

2017 г.

УДК 34(06)
ББК 67я43

Технические науки: современный взгляд на изучение актуальных проблем. / Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. № 2 . г. Астрахань, 2017. 53 с.

Редакционная коллегия:

кандидат технических наук, доцент Андреев Сергей Андреевич (г. Москва), доктор технических наук, профессор, действительный член академии проблем качества, действительный член академии информатизации образования Васильков Юрий Викторович (г. Ярославль), доктор технических наук, профессор Горбатюк Сергей Михайлович (г. Москва), доктор технических наук, действительный член международной академии наук экологии, безопасности человека и природы (МАНЭБ) Денисов Валерий Николаевич (г. Санкт-Петербург), кандидат технических наук, профессор Куберский Сергей Владимирович (г. Алчевск), кандидат технических наук, действительный член Академии горных наук Кузнецов Николай Матвеевич (г. Апатиты), доктор технических наук, профессор Лагунова Юлия Андреевна (г. Екатеринбург), доктор технических наук, старший научный сотрудник Лысенков Павел Михайлович (г. Санкт-Петербург), кандидат технических наук, доцент Николаев Михаил Иванович (г. Чистополь), доктор технических наук, доцент Смелков Вячеслав Михайлович (г. Великий Новгород), кандидат технических наук, капитан внутренней службы Филиппов Александр Геннадьевич (г. Санкт-Петербург), кандидат технических наук, доцент Шаров Валерий Васильевич (г. Казань).

В сборнике научных трудов по итогам II Международной научно-практической конференции **«Технические науки: современный взгляд на изучение актуальных проблем» (г. Астрахань)** представлены научные статьи, тезисы, сообщения студентов, аспирантов, соискателей учёных степеней, научных сотрудников, докторантов, специалистов практического звена Российской Федерации, а также коллег из стран ближнего и дальнего зарубежья.

Авторы опубликованных материалов несут ответственность за подбор и точность приведенных фактов, цитат, статистических данных, не подлежащих открытой публикации. Мнение редакционной коллегии может не совпадать с мнением авторов. Материалы размещены в сборнике в авторской правке.

Сборник включен в национальную информационно-аналитическую систему "Российский индекс научного цитирования" (РИНЦ).

© Эвенсис, 2017 г.
© Коллектив авторов

Оглавление

СЕКЦИЯ №1.	
ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА, САПР, CAD, CAE.....	6
СЕКЦИЯ №2.	
ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ	6
СЕКЦИЯ №3.	
ЭЛЕКТРОНИКА.....	6
СЕКЦИЯ №4.	
МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ	6
СЕКЦИЯ №5.	
ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ.....	6
ПЕРСПЕКТИВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОНОМНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ В МИНИ-ТЭЦ Драбкина Е.В., Игнатов А.Ю.....	6
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТЕПЛОНАСОСНОЙ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ С ВЕРТИКАЛЬНЫМ ГРУНТОВЫМ ТЕПЛООБМЕННИКОМ Тимофеев Д. В.....	9
СЕКЦИЯ №6.	
ГОРНАЯ И СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ	14
СЕКЦИЯ №7.	
МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	14
МОДИФИЦИРОВАНИЕ ЗАЭВТЕКТИЧЕСКИХ СИЛУМИНОВ С ВЫСОКИМ СОДЕРЖАНИЕМ КРЕМНИЯ ФОСФОРОМ И ЕГО РЕАГЕНТАМИ Прудников А.Н., Прудников В.А.	14
СЕКЦИЯ №8.	
ТРАНСПОРТ И СВЯЗЬ, КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ	17
СИНТЕЗ КОНСТРУКЦИИ ГИДРОПНЕВМАТИЧЕСКИХ ТЯГОВО-ДОГРУЖАЮЩИХ УСТРОЙСТВ Худовец В.И., Кузнецов Е.Е., Поликутина Е.С., Петров Д.А.	17
СЕКЦИЯ №9.	
АЭРО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ	19
ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ТРОСОВОГО ВИБРОИЗОЛЯТОРА С ПРОСТРАНСТВЕННЫМ ВОСПРИЯТИЕМ НАГРУЗОК Аджибола О.А., Пономарев Ю.К.	20
СЕКЦИЯ №10.	
СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА	23
АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЭФФЕКТА ТЕПЛООВОГО ОСТРОВА НА АРХИТЕКТУРНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ГОРОДОВ Березкин И.С.	23
ОЦЕНКА ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТАЛЛОПЛАСТИКОВЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ Ковалев А.В., Потехин А.А.	25

РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ 3D-ПРИНТЕРОВ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ Козьев А.Д., Колесников А.Г.	28
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ФОРМ КОНСТРУКЦИЙ ЖЕСТКИХ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД Колесников А.Г., Савельева Е.В.	31
АКТИВАТОРЫ ПОВЕРХНОСТИ МИНЕРАЛЬНЫХ ПОРОШКОВ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В АСФАЛЬТОВЫХ БЕТОНАХ Копылов В.Е. ¹ , Буренина О.Н. ¹ , Павлова Е.А. ²	34
КИРПИЧ ПО ТЕХНОЛОГИИ ГИПЕРПРЕССОВАНИЯ Сапрыгина Ю.В., Потехин А.А., Тышкевич А. В., Андреев Е. А.....	36
СЕКЦИЯ №11. ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ.....	39
СЕКЦИЯ №12. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ.....	39
СЕКЦИЯ №13. ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ...	39
ПРОЕКТИРОВАНИЕ НОВЫХ ВИДОВ ОТДЕЛКИ ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ Кирсанова Е.А.....	39
СЕКЦИЯ №14. ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, РАДИОТЕХНИКА.....	41
УСЛОВИЯ, СРЕДСТВА И МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ОКСИДА УГЛЕРОДА В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ САНКТ – ПЕТЕРБУРГА Волкодаева М.В., Кузнецов В.А.	41
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ ОАО «КАШИНСКИЙ ЗАВОД ЭЛЕКТРОАППАРАТУРЫ» Питке А.А., Воейко О.А.....	44
СЕКЦИЯ №15. ЭЛЕКТРОТЕХНИКА.....	47
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ДВУХФАЗНОГО ТОКА Белоусов А.С., Головин А.Ю., Кокорев А.В., Муравьев А.А.	47
СЕКЦИЯ №16. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ	49
СЕКЦИЯ №17. ИНЖИНИРИНГОВЫЕ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ПЛАТФОРМЫ	49
СЕКЦИЯ №18. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И МЕНЕДЖМЕНТ,	50
СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ	50
СЕКЦИЯ №19. НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ	50
СЕКЦИЯ №20. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	50

СЕКЦИЯ №21.	
МЕТОДОЛОГИЯ И ФИЛОСОФИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ.....	50
ПЛАН КОНФЕРЕНЦИЙ НА 2017 ГОД.....	51

СЕКЦИЯ №1.

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА, САПР, CAD, CAE

СЕКЦИЯ №2.

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

СЕКЦИЯ №3.

ЭЛЕКТРОНИКА

СЕКЦИЯ №4.

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

СЕКЦИЯ №5.

ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

ПЕРСПЕКТИВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОНОМНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ В МИНИ-ТЭЦ

Драбкина Е.В., Игнатов А.Ю.

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ
ИМПЕРАТОРА НИКОЛАЯ II (МИИТ)**

Аннотация. В данной работе рассмотрены преимущества автономных источников энергоснабжения в сравнении с централизованными и перспектива их использования предприятиями промышленности и транспорта.

Ключевые слова: мини-ТЭЦ, источники когенерации.

Быстрое развитие научных технологий в 20 веке обусловило быстрый рост производства в различных областях народного хозяйства, как в СССР, так и во всем мире. Это требовало больших энергозатрат и энергоресурсов. Это повлекло за собой подъем и развитие энергетической отрасли.

Во всем мире энергетика шла по пути постоянного укрупнения. Увеличивались мощности потребителей энергии, выстраивались крупные энергосистемы. Увеличилось городское население, появились города с повышенной концентрацией промышленного производства. Все эти обстоятельства способствовали укрупнению энергоустановок, повышению производства электрической и тепловой энергии, ее экономичности, снижению затрат на производство. [1]

В настоящее время происходит децентрализация производства, вывод крупных предприятий промышленности и организация новых не в черте города, что способствует улучшению экологии и развитию городской инфраструктуры для комфортного проживания населения. Данный факт потребовал децентрализации энергоснабжения предприятий. [2]

Одной из основных проблем, возникающих сегодня при вводе в эксплуатацию новых предприятий или модернизации и расширении действующих во многих регионах России стала проблема обеспечения тепловой и электрической энергией этих объектов. При этом возник ряд проблем технического характера и прочие трудности:

- высокая стоимость подключения к электрическим сетям;
- высокая стоимость присоединения к тепловым сетям.

При этом резко возрастает стоимость электрической и тепловой энергии произведенной централизованно на крупных ТЭЦ. Эти обстоятельства обуславливают уход малых, средних, а в некоторых случаях и крупных промышленных производств, предприятий транспорта на автономные источники энергоснабжения. При этом децентрализация энергоснабжения также имеет дополнительные преимущества:

- повышение надежности энергоснабжения из-за уменьшения отказов, если сравнивать с централизованным энергоснабжением, имеющим более устаревшее оборудование;
- дополнительная мощность, разгружающая централизованную систему;

- сокращение затрат на строительство протяженных тепловых и электрических сетей;
- уменьшение потерь тепла и электроэнергии за счет передачи на большие расстояния;
- малые сроки введения в эксплуатацию новых автономных источников тепло и электроснабжения;
- весьма значительный экономический эффект;
- создание новых рабочих мест, для проектирования, производства и монтажа оборудования, а также эксплуатации и обслуживания данных мини-ТЭЦ.

Развитие новых технологий и оборудования генерации тепловой и электрической энергии обусловили появление различных источников энергоснабжения, имеющих разные конструкторские решения, а также разнообразие использования различных видов топлива – природный газ, сжиженный газ, биотопливо. [3].

Автономными источниками энергоснабжения являются мини-ТЭЦ, которые используют установки когенерации. [4]

Когенерация является наилучшим вариантом энергоснабжения – это тепловая и электрическая энергия произведенная одной и той же установкой для потребителя одновременно.

Когенерация предлагает более выгодные и в тоже время быстрые решения данных проблем. Мини-ТЭЦ устанавливают вблизи потребителей, это не требует прокладки протяженных систем энергоснабжения, что позволяет избежать потерь тепловой энергии при ее транспортировке. Нормативные потери в тепловых сетях 5%, на самом деле потери составляют 20-25% от передаваемого тепла. Поэтому автономные источники когенерации имеют большую перспективу в развитии и дальнейшем использовании.

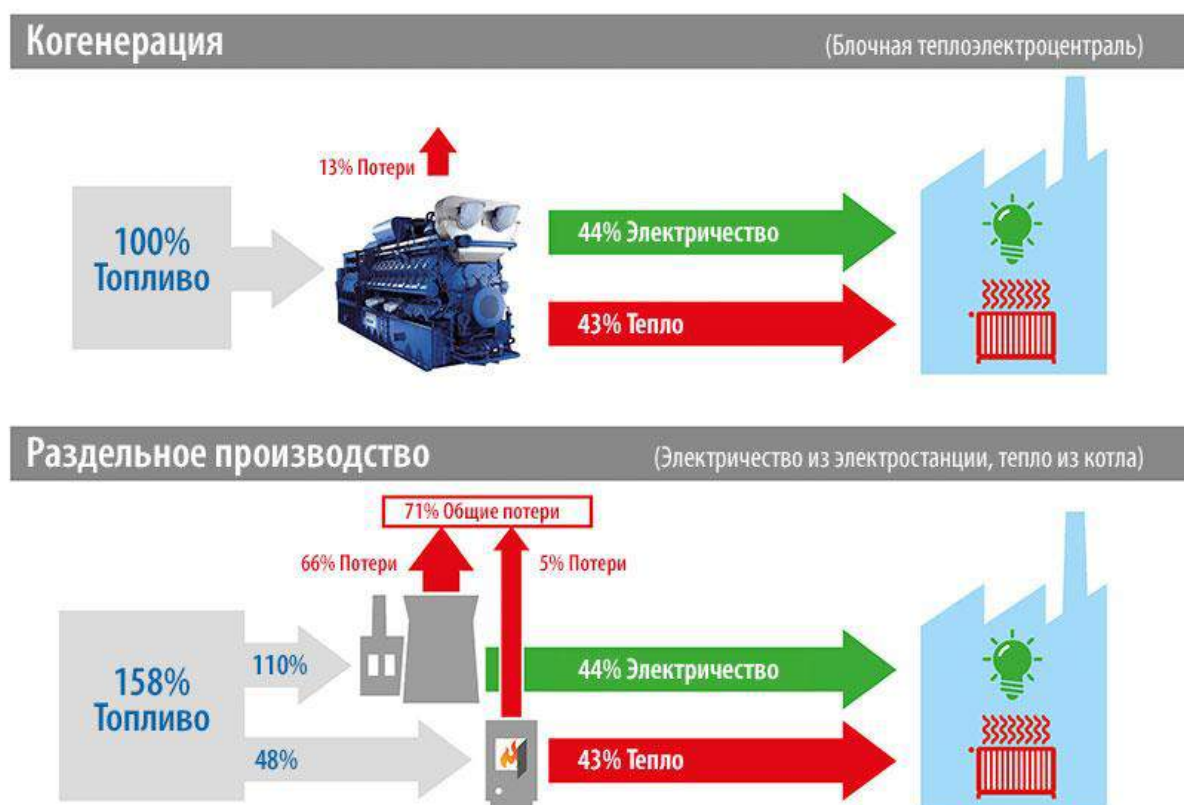


Рис.1.Когенерация в сравнении с раздельной выработкой тепла и электроэнергии [5]

Автономные источники энергоснабжения (мини-ТЭЦ) можно использовать на базе различных технологических схем:

- парогазовые установки (ПГУ);
- газотурбинные установки (ГТУ);
- паротурбинные установки (ПТУ);
- дизель-генераторные установки (ДГУ);
- газо-поршневые установки (ГПУ). [2]

Мини-ТЭЦ возможно расширить до «тригенерации» - в этом случае тепловая энергия используется для производства холода, расширяя возможности мини ТЭЦ (работа в режиме зима/лето).

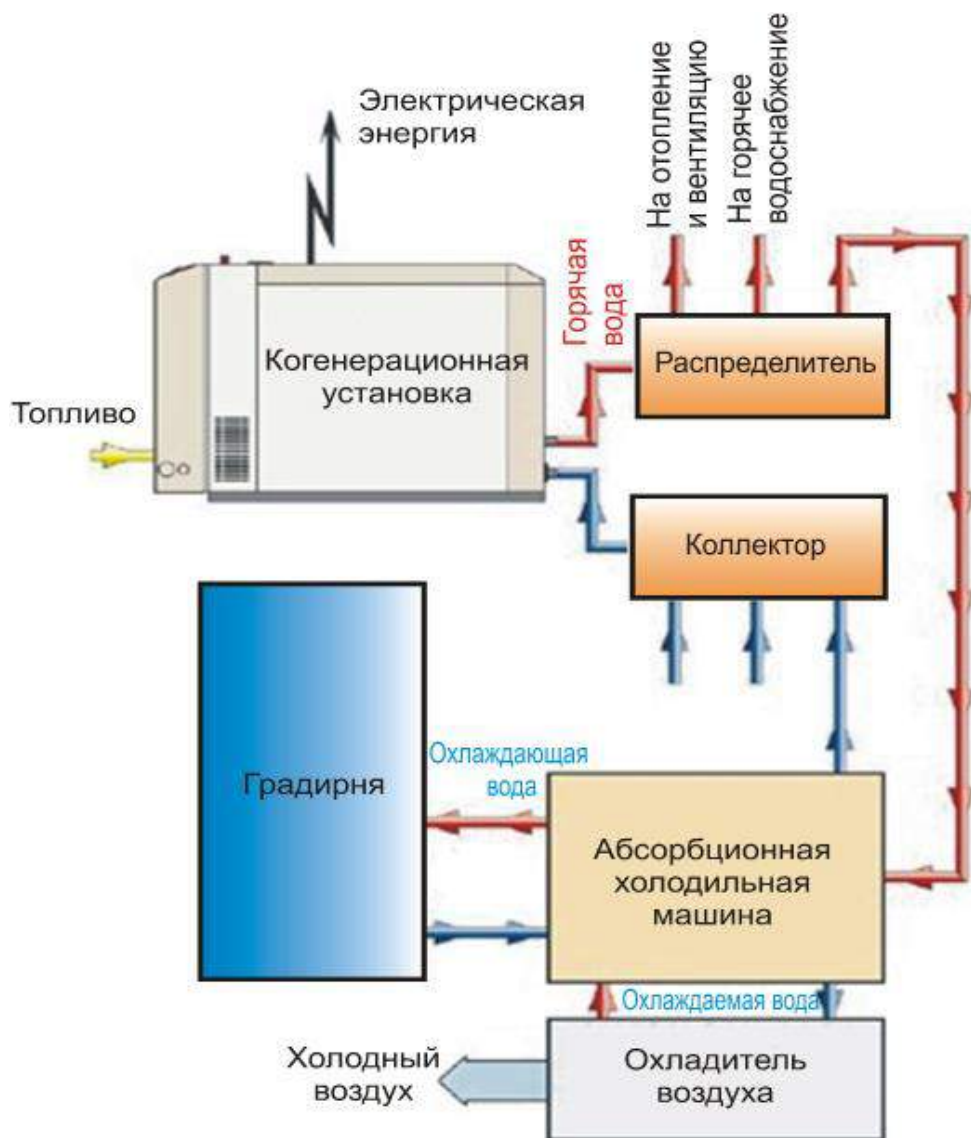


Рис.2. Принципиальная схема тригенерационной установки [6]

Мини-ТЭЦ выпускаются в стационарном и модульном исполнении.

Модуль мини-ТЭЦ включает источник энергии (как правило газо-поршневая установка , электрогенератор, дополнительно оборудованную блоком утилизации тепла: теплообменниками для утилизации тепла от системы охлаждения двигателя (это система смазки и охлаждающей жидкости) и теплообменник утилизации тепла продуктов сгорания. Дальнейший выбор конфигурации мини-ТЭЦ зависит от проектной задачи, и при комплексном подходе к проблеме тепло-электро-снабжения может включать в состав котельное оборудование, систему ГВС с накопительным резервуаром и т.п. Для круглогодичного использования мини-ТЭЦ с максимальной эффективностью (т.е. максимальным КПД с выбором оптимального соотношения вырабатываемой энергии и расходом топлива) для летнего периода (или других нужд) можно комплектовать комплекс мини-ТЭЦ чиллерами (абсорбционными холодильниками), обеспечивающими преобразование вырабатываемого тепла в холод. Холодную воду можно использовать в централизованных системах кондиционирования, а также для создания микроклимата (к примеру, для хранения пищевых продуктов). Суммарный КПД при этом примерно одинаков и составляет 81-85%.

Список литературы

1. Родионов В.Г., «Энергетика: проблемы настоящего и возможности будущего», Родионов В.Г.-М, ЭНАС, 2010.-352 с.

2. Зайченко В.М., Чернявский А.А., «Автономные системы энергоснабжения», - М, ООО «Издательский дом Недра», 2015.-285 с.
3. Зайченко В.М., Чернявский А.А., «Мини-ТЭЦ на базе газопоршневых двигателей», Академия энергетики, 2010.
4. Беккер В.Л. «Разработка рациональных систем энергообеспечения промышленных предприятий формируемых промзон г.Москвы»; диссертация ; Москва – 2008.
5. Сайт: <http://www.mwm.com.ru/>.
6. Сайт: <http://ensolution.ru/trigeneraciya/>.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТЕПЛОНАСОСНОЙ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ С ВЕРТИКАЛЬНЫМ ГРУНТОВЫМ ТЕПЛООБМЕННИКОМ

Тимофеев Д. В.

Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет

В статье представлено описание математической модели теплонасосной системы теплоснабжения, работающей совместно с вертикальным грунтовым теплообменником. Проведено сравнение с математическими моделями, используемыми в программах для энергетического моделирования. Предлагаемая модель может применяться для моделирования систем с разными параметрами, и выявления наиболее эффективных из них.

Тепловой насос, вертикальный грунтовой теплообменник, спиральный компрессор

Введение. Теплонасосные системы теплоснабжения совместно с вертикальным грунтовым теплообменником используются для покрытия потребности в теплоте и холоде различных типов зданий [1]. При моделировании изменения параметров рабочих тел в такой системе применяются программы для энергетического моделирования. Наиболее широко используемыми программами являются eQUEST/DOE-2.2 [2], Energy Plus [3] и TRNSYS [4]. В них математическая модель системы состоит из подмоделей связанных между собой компонентов: теплового насоса, грунтового теплообменника, циркуляционных насосов, труб. В представленном математическом описании разработанной компьютерной программы используется тот же подход.

Математическая модель грунтового теплообменника. Процесс теплопередачи в грунте можно условно разделить на теплопередачу в скважине и в окружающем её массиве грунта. Реальный процесс теплопередачи в массиве грунта имеет следующие особенности:

- низкая теплопроводность грунта ($\sim 1 \cdot 10^6$ м²/с) и, следовательно, его высокие теплоинерционные способности. Например, при работе системы только в режиме отопления, понижение температуры грунта, по сравнению с аналогичным периодом в предыдущем году, перестает быть существенным на 5 – 10 отопительные сезоны [5, 6]. Изменение температуры грунта влечёт за собой изменение эффективности работы теплового насоса;
- на дневной поверхности грунта происходит теплообмен с окружающей средой, что значительно влияет на скважины небольшой глубины;
- грунт содержит в себе поровую влагу и различные соли. Из-за пористой структуры грунта и засоленности жидкости её замерзание происходит при температуре, ниже температуры замерзания воды, а фазовому переходу подвергается не вся жидкость. Количество незамёрзшей жидкости зависит только от типа грунта и его засоленности, но не изначального содержания влаги [7, 8];
- в грунте происходит миграция влаги. Процессы миграции классифицируются в зависимости от сил, её вызывающих. Гравитационная миграция возникает под действием силы тяжести, в ней действует гидродинамическое давление. Температурная миграция влаги возникает от температурного градиента в грунте. Во время отопительного сезона влага будет мигрировать к грунтовому теплообменнику, во время охлаждения помещений здания — от него. Фазовая миграция влаги проявляется в её стекании к фронту промерзания грунта, и её величина зависит от скорости продвижения фронта промерзания и количества влаги возле него.

Процесс теплопередачи в самой скважине осложняется формой теплообменника, в качестве которого чаще всего используют одну или несколько U-образных труб [9].

Одними из первых исследований, посвящённых математическому моделированию работы грунтовых теплообменников, можно назвать труды Эскилсона [10] и Хэллстрёма [11].

Эскилсон предложил определять температуру теплоносителя в грунтовом теплообменнике при помощи g-функций. Температура теплоносителя в скважине по этой методике определяется по формуле (1):

$$\bar{T}_{f_n} = \bar{T}_g - \sum_{i=1}^n \frac{(Q_i - Q_{i-1})}{2\pi\lambda} g\left(\frac{t_n - t_{i-1}}{t_s}, \frac{r_b}{H}\right) - Q_n \cdot R_{eff}, \quad (1)$$

где t — время от начала движения тепловой «волны», ч; $\bar{T}_f$ — усреднённая температура теплоносителя в теплообменнике, °C; t_s — временная константа, определяющаяся как: $t_s = H^2 / (9\alpha)$, ч; α — температуропроводность грунта, м²/ч; H — глубина скважины, м; r_b — радиус скважины, м; λ — теплопроводность грунта, Вт/(м·°C); R_{eff} — эффективное сопротивление теплопередаче, °C·м²/Вт; Q — мощность теплового потока, передаваемая метром грунтового теплообменника грунту на каждом временном шаге, сообщённый грунтовому теплообменнику, Вт/м; $\bar{T}_g$ — средняя по высоте начальная для расчета температура грунта, °C.

Модель Эскилсона [10] была включена во все перечисленные во введении программы. Как видно из формулы (1), учесть изменение теплофизических характеристик грунта в направлении перпендикулярном от оси скважины, которое имеет место в процессе промерзания грунта вокруг скважины, а также получить температурный профиль грунта вокруг скважины этой методикой трудно.

Хэллстрём [11] решает задачу теплопередачи в скважине как стационарную на каждом шаге аналитически, а теплопередачу в грунте методом конечных разностей. Его математическая модель была добавлена в программу TRNSYS, и предназначена для моделирования работы систем с аккумуляцией теплоты. В отличие от g-функций, в методе конечных разностей сохраняется профиль температур грунта, а функциональность программы можно расширять.

В предлагаемой программе модель грунтового теплообменника принципиально похожа на модель Хэллстрёма, и описана подробно в [12]. Это аналитический стационарный на каждом шаге расчёт теплопередачи в трубе теплообменника — «внутренняя задача», и нестационарная аппроксимация теплопередачи в грунте и заполнителе скважины при помощи конечноразностного неявного интегро-интерполяционного метода [13] — «внешняя задача». В обеих задачах протяжённость скважины разбивается на отрезки, в середине которых располагаются узлы (см. рис. 1). Во «внутренней задаче» в каждом узле определяются температуры теплоносителя и температуры на внутренней поверхности стенки трубы теплообменника по температуре в предыдущем узле и температуре на внешней поверхности стенки трубы теплообменника. Во «внешней задаче» узлы участвуют в конечноразностном расчёте по направлению оси скважины. Помимо вертикального направления, во внешней задаче присутствует радиальное направление, перпендикулярное оси скважины.

Грунтовый U-образный теплообменник во «внешней задаче» представлен как труба с площадью поверхности, равной площади поверхности труб U-образного теплообменника, и с той же толщиной стенки, что и в U-образном теплообменнике. Если не вводить дополнительных поправок, то поток теплоты, передаваемый от скважины с одной трубы грунту, будет больше, чем от скважины с U-образным теплообменником, из-за влияния параллельно расположенных труб друг на друга. Чтобы устранить это различие, у заполнителя скважины вокруг одиночной трубы меняется теплопроводность согласно зависимостям, предложенным в [14].

Особенностью конечно-разностной аппроксимации в массиве грунта является учёт постепенного замерзания влаги в грунте. Коэффициент температуропроводности рассчитывается при помощи зависимости от температуры, представленной в программе в виде гетерогенного сплайна. Построение сплайна происходит следующим образом:

– по приложению Б СП 25.13330.2012. «Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах» [15] рассчитываются значения теплопроводности, теплоёмкости и температуропроводности грунта в талом виде при номинальной температуре замерзания t_{bf} , °C;

– находится температура грунта $t_{real,bf}$, °C, при которой содержание незамёрзшей влаги w_w , д.е., равно суммарному содержанию влаги в талом виде w_{tot} , д.е. Если $t_{real,bf} > t_{bf}$, значит, при замерзании грунта часть влаги замерзает скачкообразно (см. рис. 2), если $t_{real,bf} \leq t_{bf}$, то влага в грунте будет замерзать постепенно, начиная с более низкой температуры;

– если часть влаги замерзает скачкообразно ($t_{real,bf} > t_{bf}$), то теплота фазового перехода в расчете «размазывается» на дельта интервале $[-\Delta + t_{bf}, \Delta + t_{bf}]$ (Рис. 2, зона 2), при помощи двух прямых соединяющихся линий. Точка при температуре t_{bf} , °C вычисляется, исходя из значения удельной теплоты замерзания L_0 , Дж/кг, и количества замёрзшей жидкости. При температурах ниже дельта интервала теплоёмкость грунта изменяется в соответствии с формулой:

$$\tilde{c}_v(t) = c_v(t) + \frac{dw_w}{dt} \cdot L_0 \cdot \rho_f, \quad (2)$$

где $c_v(t)$ — теплоёмкость при температуре t , Дж/(м³·°C); dw_w/dt — производная от количества незамёрзшей влаги в точке t , д.е./°C; L_0 — удельная теплоёмкость, Дж/кг; ρ_f — плотность замёрзшего грунта, кг/м³;

– если влага замерзает постепенно, то ниже реальной точки замерзания проводится та же процедура, что и при скачкообразном замерзании влаги. По полученным значениям температуропроводности строится сплайн, который сглаживается на интервале длиной Δ (рис. 2, зона 3).

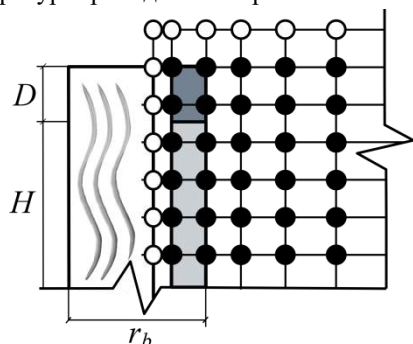


Рис. 1. Схематическое расположение узлов расчётной сетки метода конечных разностей. Не закрашенные точки — граничные узлы закрашенные — не граничные. Левая граница находится на внутренней поверхности стенки трубы, первый приграничный вертикальный ряд на наружной поверхности трубы, второй на границе скважины. Далее расстояние между рядами узлов увеличивается. Тёмно-серая область длиной D — теплоизолированный участок скважины, теплопередачи через который практически нет, светло-серая часть трубы длиной H — не изолирована

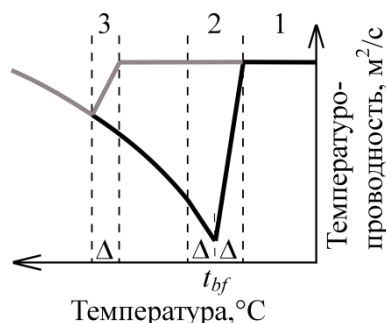


Рис. 2. Температуропроводность замёрзшего грунта: ■■ если грунт замерзает при номинальной температуре замерзания, ■ — если грунт замерзает при температуре, ниже номинальной t_{bf} , °C [15]. Зона 1 — грунт в талом состоянии; зона 2 — учёт скачкообразного замерзания грунта при номинальной температуре замерзания t_{bf} , °C; зона 3 — плавный переход на дельта интервале от температуропроводности талого грунта, к температуропроводности постепенного замерзающей незамёрзшей влаги

Математические модели тепловых насосов, представленные в литературе, можно разделить на конструкционные, эмпирические и основанные на вычислении параметров модели [16]. Конструкционные модели тепловых насосов предполагают детальное описание свойств каждого компонента системы и их влияние на процессы, происходящие в этих компонентах. Пример такой модели в [17]. Исходные данные, требующиеся для их построения, доступны только конструкторам оборудования, поэтому для расчётов энергопотребления они не применяются. Эмпирические модели представляют собой набор эмпирических формул для расчёта мощности и температуры теплоносителя на выходе из теплового насоса в зависимости от температуры и расхода теплоносителя на входе [18]. Они имеют высокую вычислительную производительность, но становятся не актуальными, если поменять один из параметров теплового насоса. Модели на основе вычисления параметров теплового насоса состоят из подмоделей его компонентов и описывают изменения параметров хладагента в холодильном цикле. Такая модель использует ключевые конструкционные параметры компонентов в качестве входных данных в основном, представленные в каталогах производителей. Так в EnergyPlus реализована модель теплового насоса с подробной моделью

поршневого компрессора [16], а в [19], наоборот, модель компрессора представлена эмпирической формулой, а модели теплообменников водо-воздушного теплового насоса подробно.

Представленная математическая модель теплового насоса вода-вода подробно описана в [20]. Она похожа на [16] в том, что коэффициент теплопереноса kF , Вт/°С, теплообменников испарителя и конденсатора являются единственным параметром их модели и принят постоянным. Отличие заключается в математической модели компрессора, для создания которой использованы работы [21, 22], где учитываются полезный перегрев хладагента, переменный КПД процесса сжатия, зависящий от температуры на испарителе и конденсаторе. Цикл сжатия хладагента, который описывается в модели, представлен на рисунке 3. Мощность компрессора определяется из цикла, по формуле (3):

$$P = \frac{q_m (h_3 - h_2)}{\eta_{pseudo-iso-s}} + (HP - IP) q_m v'_3, \quad (3)$$

где q_m — расход хладагента, кг/с, h — энтальпия в одной из точек на рис. 3, v'_3 — удельный объём, м³/кг в точке 3', HP и IP , Па — давление (см. рис.3), $\eta_{pseudo-iso-s}$ — псевдо изоэнтропная эффективность (КПД) компрессора.

Псевдоизоэнтропная эффективность $\eta_{pseudo-iso-s}$ определяется по формуле (4):

$$\eta_{pseudo-iso-s} = a \frac{IP}{LP} + b, \quad (4)$$

где a и b коэффициенты, определяющиеся минимизацией погрешности в определении мощности по формуле (3) в сравнении с данными из каталога производителей компрессоров.

Предполагается, что регулирующий клапан может сбросить давление до любого уровня в рабочем диапазоне компрессора.

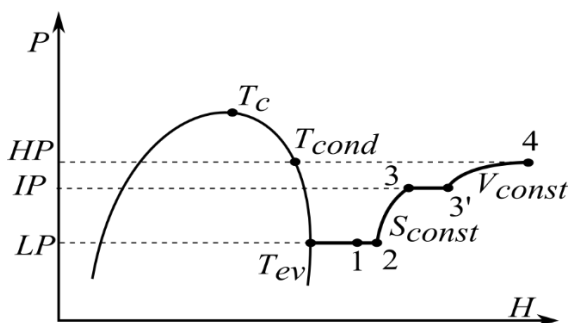


Рис. 3. Цикл сжатия хладагента в модели компрессора. T_{ev} — температура на испарителе при давлении LP , T_{cond} — температура на конденсаторе при давлении HP ; $T_{ev} + 1$ — перегрев хладагента на испарителе. 1 – 2 — перегрев хладагента на пути к компрессору, 2 – 3 — изотропный процесс с постоянной энтропией; 3 – 3', поправка точки 3 с учётом КПД процесса; 3' – 4 изохорный процесс сжатия до давления HP

Математическая модель циркуляционных насосов грунтового контура и контура здания представлены в программе (каждый) формулой определения гидравлической мощности (произведения расхода на напор) насоса, с учётом КПД двигателя. Если предполагается переменная частота привода, то КПД двигателя умножается на КПД частичной загрузки. Все значения КПД берутся из таблиц, представленных в [9].

Математическая модель системы теплоснабжения в целом. Все компоненты математической модели системы связываются друг с другом в той же последовательности, в которой они находятся в реальной системе теплоснабжения. Схематически процесс изображён на рисунке 4. Каждый из компонентов на каждом временном шаге передаёт теплоноситель со своим расходом и температурой следующему по ходу движения теплоносителя компоненту, который на том же шаге их изменяет и передаёт далее. На одном временном шаге одновременно на работу компонента может влиять несколько факторов. Например, работа теплового насоса (рисунок 4, в центре), зависит от параметров теплоносителя в двух контурах: грунтового теплообменника и здания, а также температуры наружного воздуха по сухому термометру. Временной шаг в программе меняется на следующий после циркуляционных насосов. Для здания (рисунок 4, справа), в

зависимости от погодных условий, рассчитываются теплотери или тепlopоступления, за счёт которых охлаждается или нагревается теплоноситель. Погодные изменения влияют также на температурный режим

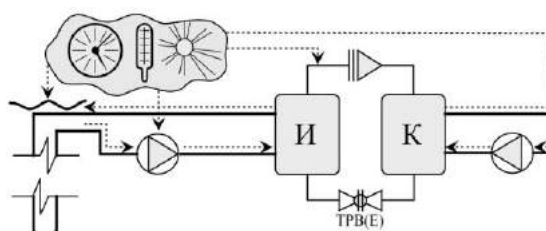


Рис. 4. Схема теплонасосной системы теплоснабжения с грунтовым теплообменником

грунта, внутри которого в грунтовом теплообменнике (рисунок 4, слева) теплоноситель также изменял свою температуру.

Вывод. Описанная и запрограммированная модель в данный момент позволяет более точно, чем аналоги, рассчитать работу системы с одним грунтовым теплообменником, но из-за отсутствия учёта взаимного влияния скважин друг на друга, значительно хуже работает в случае нескольких теплообменников. Учёт взаимного влияния теплообменников друг на друга – направление для улучшения работы программы.

Список литературы

1. Juhlin K., Gehlin S. Vertical GSHP systems in Sweden 1978 – 2015 // Dig In: International ground source heat pump association conference & expo. IGSHPA. 2017, March 14-16. P. 19 – 25.
2. eQUEST. The QUick Energy Simulation Tool / Hirsch J.J. Lawrence Berkeley National Laboratory, 2016.
3. Engineering Reference. EnergyPlus™ version 8.6 documentation / U.S. Department of energy, 2016.
4. TRNSYS. Transient System Simulation Tool [Электронный ресурс]. 2014. Дата обращения: 07.04.2014.
5. Chapter 34. Geothermal energy // ASHRAE Handbook - Applications. Atlanta: ASHRAE, 2011.
6. Васильев Г.П. Теплоснабжение зданий и сооружений с использованием низкопотенциальной тепловой энергии поверхностных слоёв земли: дисс. д-ра тех. наук / Г.П. Васильев. Москва, 2006. 432 с.
7. Григорьев Б.В. Замерзание влажных грунтов в равновесных и неравновесных условиях: дис. ... канд. тех. наук / Б.В. Григорьев, Тюменский Государственный Университет. Тюмень, 2013. 135 с.
8. Farouki O.T. Thermal properties of soils / United States Army Corps of Engineers Cold Region Research and Engineering Laboratory. USA: CRREL, 1981. 151 p.
9. Kavanaugh S., Rafferty K. Geothermal heating and cooling. Design of Ground-Source Heat Pump systems. Atlanta: ASHRAE, 2014. 420 p.
10. Eskilson J.C. Conductive Heat Extraction by a Deep Borehole. analytical studies: PhD dissertation / J.C. Eskilson. Sweden, 1987.
11. Hellstrom G. Ground heat storage. Thermal analysis of duct storage systems: part i theory: PhD dissertation / G. Hellstrom. University of Lund, Sweden, 1991.
12. Тимофеев Д.В., Малявина Е.Г. Разработка численной модели теплопередачи между грунтом и термоскважиной // Вестник гражданских инженеров. 2015. № 5 (52). С. 196 – 202.
13. Калиткин Н.Н. Численные методы. учеб. пособие. 2-е изд., исправленное. СПб.: БВХ-Петербург, 2014. 592 с.
14. Remund C. Borehole thermal resistance: Laboratory and field studies // ASHRAE Transactions. 1999. 105(1).
15. СП 25.13330.2012. Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах. Актуализированная редакция СНиП 2.02.04-88. М: Минрегион России, 2012. 118 с.
16. Jin H., Spitler J. A parameter estimation based model of water to water heat pumps for use in energy calculation programs // ASHRAE Transactions. 2002. 108(1). P. 3 – 17. Available at: http://www.hvac.okstate.edu/sites/default/files/pubs/papers/2002/02-Jin_Spitler_02.pdf.
17. Bourdouxhe J.-P.H., Grodent M., Lebrun J.J., Saavedra C., Silva K.L. A toolkit for primary HVAC system energy calculation – Part 2: Reciprocating chiller models // ASHRAE Transactions. 1991. 97(2). P. 388 – 393.
18. Allien J.J., Hamilton J.F. Steady-state reciprocating water chiller models // ASHRAE Transactions. 1983. 89(2A). P. 398 – 407.
19. Iu I.S. Development of air-to-air heat pump simulation program. Advanced heat exchanger circuitry algorithm. Saarbrücken, Germany: Vdm Verlag Dr. Müller Aktiengesellschaft & Co. KG, 2010. xix, 219.
20. Тимофеев Д.В., Малявина Е.Г. Разработка компьютерной модели теплового насоса с постоянной частотой вращения спирали компрессора // Вестник МГСУ. 2017. Т. 12. Вып. 4 (103). 437-445.

21. Duprez M.-E., Dumont E., Frere M. Modeling of reciprocating and scroll compressors // International Journal of Refrigeration. 2007. № 30. P. 873 – 886. Available at: doi:10.1016/j.ijrefrig.2006.11.014.
22. Duprez M.-E., Dumont E., Frere M. Modeling of scroll compressors – Improvements // International Journal of Refrigeration. 2010. № 33. P. 721 – 728.

СЕКЦИЯ №6.

ГОРНАЯ И СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

СЕКЦИЯ №7.

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

МОДИФИЦИРОВАНИЕ ЗАЭВТЕКТИЧЕСКИХ СИЛУМИНОВ С ВЫСОКИМ СОДЕРЖАНИЕМ КРЕМНИЯ ФОСФОРОМ И ЕГО РЕАГЕНТАМИ

Прудников А.Н., Прудников В.А.

Сибирский Государственный Индустриальный Университет, г. Новокузнецк

Заэвтектические силумины, содержащие 15 % Si и более, являются одними перспективных материалов для ряда специальных областей промышленности, в частности двигателестроения, приборостроения, производства стеклометаллических соединений. Это связано со специфическим комплексом свойств, которым обладают высококремнистые силумины: низким температурным коэффициентом линейного расширения (ТКЛР), малым удельным весом, хорошей теплопроводностью и износостойкостью, а также высокой жидкотекучестью. В то же время эти сплавы не могут применяться без специальной технологической операции – модифицирования. Это обусловлено тем, что силумины, в значительной мере, охрупчиваются из-за присутствия в их структуре крупных кристаллов первичного кремния (КПК). За счет модифицирования сплавов КПК измельчаются, глобулизируются, в результате чего повышаются механические свойства силуминов: прочность, пластичность, их способность к деформированию [8,10]. Причем, в качестве модификаторов заэвтектических силуминов могут быть использованы фосфор- и кислородсодержащие вещества [2,4,5,9], водородсодержащие реагенты [6,7,9], карбиды, нитриды некоторых металлов [9] и комплексные обработки [1,3,4]. Однако в области модифицирования силуминов остается много невыясненных вопросов. Продолжается поиск новых все более эффективных модификаторов особенно для высококремнистых сплавов. Поэтому целью работы являлось определение влияния фосфора и его соединений на структуру и свойства заэвтектических силуминов с высоким содержанием кремния (более 25 % Si).

В качестве шихты при приготовлении двойных высококремнистых силуминов с 30 и 40 % Si использовали алюминий А7 и технически чистый кремний Кр0. Сплавы готовили в электрической печи сопротивления с карбидокремневыми нагревателями. Температуру приготовления расплава и его модифицирования изменяли в зависимости от содержания кремния в сплаве (900÷1050 °С). Для модифицирования расплава высококремнистых силуминов применяли порошкообразный красный фосфор и обработку парами ортофосфорной кислоты 50 % концентрации. Навеску красного фосфора весом 0,1-0,3 % от веса шихты вводили под зеркало расплава в алюминиевой фольге с помощью окрашенного «колокольчика». После обработки с поверхности жидкого металла снимали шлак, и расплав заливали в алюминиевый кокиль. Для обработки расплава парами ортофосфорной кислоты (H_3PO_4) была взята мерная колба, в которую заливали водный раствор кислоты определенной концентрации. Колба была изготовлена из термического стекла для безопасного нагрева раствора. Колба соединялась резиновой трубкой с кварцевой – диаметром 10 мм, через которую пары раствора подавались в расплав и барботировали через весь столб жидкого металла. Для регулирования потока паров раствора кислоты на резиновой трубке устанавливали кран зажимного типа. Размеры отливок силуминов составляли 120×90×15 мм. В дальнейшем из отливок вырезали образцы для металлографического анализа. Структуру силуминов изучали на оптическом микроскопе ЛабоМет-И1.

Исследована возможность использования красного фосфора в качестве модификатора высококремнистых силуминов с 30 и 40 % кремния. Влияние обработки фосфором в количестве 0,1 % от

веса шихты при температуре расплава 950 °С на структуру отливок из сплава Al-30 % Si показано на рисунке 1. Виден значительный модифицирующий эффект фосфора по сравнению с необработанным силумином. Так, средний размер кристаллов первичного кремния (КПК) уменьшился с 400-800 мкм у сплава без обработки до 30-70 мкм после модифицирования фосфором. В то же время количество КПК возрастает в структуре модифицированного сплава в несколько раз. Однако при обработке фосфором происходит некоторое огрубление эвтектической составляющей (Al + Si). При снижении температуры обработки до 900 °С модифицирующее действие красного фосфора для сплава Al-30 % Si проявляется гораздо слабее.

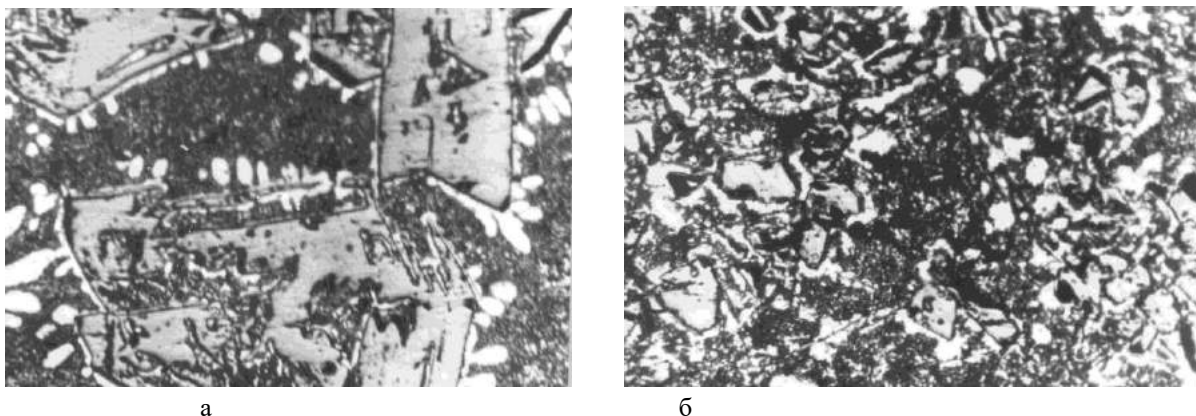


Рисунок 1 – Влияние модифицирования фосфором на микроструктуру сплава Al-30 % Si; а – без обработки, б – модифицированный; $\times 100$.

Для силумина с 40 % кремния обработка расплава фосфором в количестве 0,3 % от веса шихты при температуре 950 и 1050 °С измельчает в структуре лишь незначительную часть первичных кристаллов кремния. В целом же структура отливок после модифицирования остается грубокристаллической (рисунок 2).

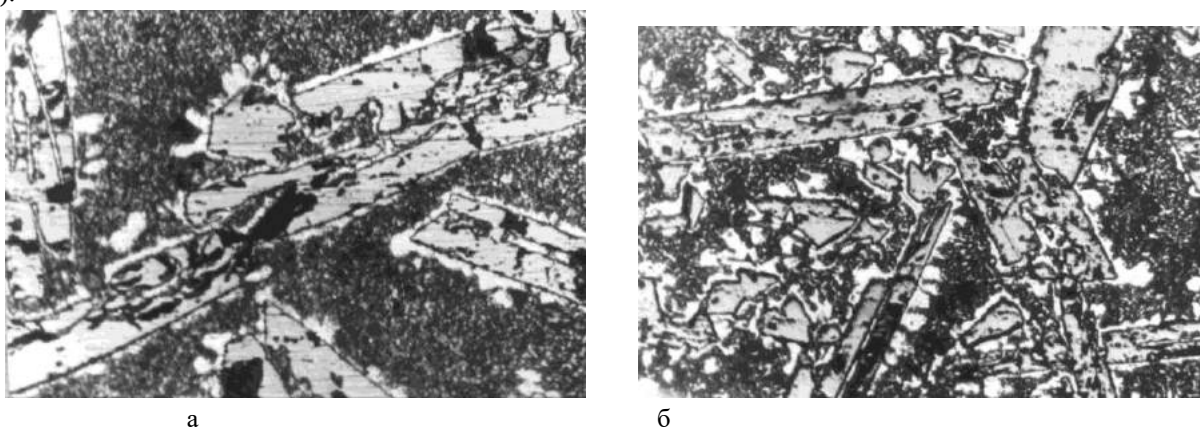
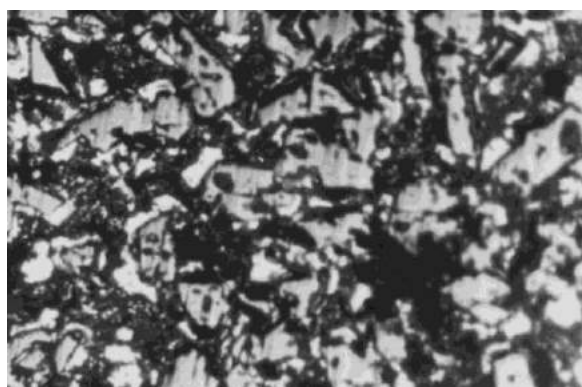


Рисунок 2 – Влияние модифицирования фосфором на микроструктуру сплава Al-40 % Si; а – без обработки, б – модифицированный; $\times 100$.

Применение для модифицирования заэвтектических силуминов более сложных веществ, содержащих не только фосфор, но и другие элементы, приводящие к измельчению структуры, дает больший эффект. В качестве такого реагента для высококремнистых силуминов с 30 и 40 % кремния использовали пары 50 %-го водного раствора ортофосфорной кислоты. Результаты воздействия обработки расплава парами водного раствора кислоты в течение 10-12 минут на структуру силуминов с 30 и 40 % кремния показаны на рисунке 3.



а



б

Рисунок 3 – Микроструктура заэвтектических силуминов Al-30 % Si (а) и Al-40 % Si (б) после обработки расплава парами 50 %-го водного раствора ортофосфорной кислоты; $\times 100$.

После обработки расплава средний размер КПК в структуре сплава Al-30 % Si составляет 20-60 мкм, для сплава Al-40 % Si – 40-80 мкм. Причем для структуры первого сплава характерно большая доля α -твердого раствора и более высокая степень огрубления эвтектики (Al + Si) по сравнению со структурой модифицированного сплава Al-40 % Si. В соответствии с особенностями структуры обработанных высококремнистых силуминов временное сопротивление разрыву увеличивается для сплава Al-30 % Si (температура обработки 950 °C) до 140 МПа, для сплава Al-40 % Si (температура обработки 1050 °C) – до 120 МПа.

Таким образом, исследована возможность использования известных модификаторов КПК фосфора и его соединений (водный раствор ортофосфорной кислоты) для улучшения структуры высококремнистых силуминов с содержанием кремния 30 % и более. Показано, что эти реагенты можно использовать для дальнейшей разработки модифицирующих составов для отливок из высококремнистых силуминов.

Список литературы

1. Prudnikov A.N. Production, structure and properties of engine pistons made from transeutectic deformable silumin // A.N. Prudnikov // Steel in Translation. – 2009. – Т. 39. – № 5. – С. 391-393.
2. Prudnikov A.N. Structure formation in ingots of hypereutectic silumin during melt treatment and inoculation// A.N. Prudnikov // Металлургия машиностроения. – 2009. – № 3 –С. 28-31.
3. Деев В.Б. Влияние комплексной обработки расплава на коррозию сплава АК7ч / В.Б. Деев [и др.] // Литейщик России. – 2007. – №1. – С. 28-29.
4. Прудников А.Н. Влияние комплексной обработки расплава фосфористой медью и оксидами некоторых металлов / А.Н. Прудников, Е.А. Черенковская. В сб.: Наследственность в литых сплавах. – Куйбышев: КПИ, 1987. – С. 99-100.
5. Прудников А.Н. Исследование комплексного модифицирования заэвтектических силуминов с содержанием кремния 20...30 % фосфидами и оксидами некоторых металлов / А.Н. Прудников // Изв. ВУЗов. Цветная металлургия. – 1995. – № 2. – С. 38-41.
6. Прудников А.Н. Линейное расширение легированных и наводороженных силуминов, закристаллизованных под давлением / А.Н. Прудников // Литейное производство. – 2009. – № 2 – С. 2-5.
7. Прудников А.Н. Повышение свойств жидкоштампованных заготовок из медистых силуминов за счет наводороживания расплава / А.Н. Прудников, А.А. Ружило // Генезис, теория и технология литых материалов: сб. материалов I Межд. науч.-техн. конф. – Владимир: изд-во ВлГГУ, 2002. – С. 74–75.
8. Прудников А.Н. Роль условий кристаллизации в формировании структуры и свойств слитков и поковок из заэвтектических силуминов / А.Н. Прудников // Материаловедение. – 2014. – № 1. – С. 10-13.
9. Прудников А.Н. Структурно-технологические основы разработки прецизионных силуминов с регламентированным содержанием водорода / Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук: 05.16.09 / НГТУ, Новосибирск, 2013. – 40 с.

СЕКЦИЯ №8.

ТРАНСПОРТ И СВЯЗЬ, КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ

СИНТЕЗ КОНСТРУКЦИИ ГИДРОПНЕВМАТИЧЕСКИХ ТЯГОВО-ДОГРУЖАЮЩИХ УСТРОЙСТВ

Худовец В.И., Кузнецов Е.Е., Поликутина Е.С., Петров Д.А.

ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, г. Благовещенск, Амурская область

Реализация трактором тягово-сцепных свойств зависит от ряда взаимодействующих в его конструкции параметров. Как наиболее важные из них для серийного энергетического средства можно выделить следующие:

- масса трактора;
- мощность двигателя;
- используемый тип ходовой системы;
- применение схем, регулирующих подведение силового потока к движителям трактора;
- компоновка трактора;
- конструкционные особенности движителей.

Например, в тракторах раздельно-агрегатной компоновки большая масса и соответствующая мощность позволяют добиться высоких эксплуатационных характеристик, увеличивающих его тягово-сцепные и энергетические свойства, что во взаимодействии с установленной, в частности, гусеничной ходовой системой, значительно повышает тяговое усилие трактора. Также тракторы раздельно-агрегатной (полурамной) компоновки обладают значительно лучшей поворотливостью, управляемостью в сравнении с тракторами классической моноблочной компоновки [2].

Исследования, проводимые по тематике повышения производительности и эффективности применения колёсных тракторов в агропромышленном комплексе за счёт рационального корректирования сцепного веса показывают, что увеличения тягово-сцепных свойств, как основного компонента достижения поставленных целей можно достичь применением корректирующих тягово-догружающих устройств, которые, в зависимости от условий эксплуатации и характера выполняемых работ, способны повысить тягово-сцепные свойства трактора за счёт корректирования вертикальной весовой нагрузки или перераспределения сцепного веса, приходящегося на движители.

Учитывая, что тракторы, в целях расширения комбинаций агрегатирования с сельскохозяйственными машинами, имеют развитые гидравлические и пневматические системы с выводами точек соединения с магистралями на основные внешние узлы, использование стандартной схемы подключения трактора для работы тягово-догружающих устройств является наиболее предпочтительным [1,3].

В связи с чем предлагается алгоритм синтеза конструкции тягово-догружающих устройств по предлагаемым критериям (рисунок 1).



Рисунок 1-Алгоритм синтезирования конструкции тягово-догружающих устройств

В качестве выделенных критериев предлагается введение и использование следующих коэффициентов: увеличения сцепного веса ($K_{ув.сц}$), недоиспользования мощности двигателя ($K_{нэ}$), передачи силового нагружения ($K_{п}$), эффективности использования ($K_{т}$), эффективности устройства $K_{эф.у}$ и общепринятых значений себестоимости единицы продукции C_k и стоимости единицы продукции $C_б$.

После проведенного предварительного анализа предлагаемых тягово-догружающих устройств выбирается наиболее приемлемый вариант на основе использования коэффициента увеличения сцепного веса

$$K_{ув.сц} = \frac{G_{сц.пр.}}{G_{сц.сущ.}}, \quad (1)$$

где $G_{сц.пр.}$ — сцепной вес энергетического средства с установленным устройством для перераспределения сцепного веса, Н;

$G_{сц.сущ.}$ — сцепной вес существующего (базового) энергетического средства, Н.

В случае, если $K_{ув.сц} < 1$ производится повторный подбор тягово-догружающего устройства по функциональному признаку до выполнения обозначенного алгоритмом условия.

На следующем этапе происходит подбор типа силового воздействия, наиболее приемлемого в конструируемом устройстве.

Для этого предлагается использовать коэффициент недоиспользования эффективной мощности двигателя по формуле

$$K_{нэ} = \frac{N_{ey}}{N_{эф}}, \quad (2)$$

где N_{ey} — мощность, затрачиваемая на силовое воздействие предлагаемого устройства, кВт; $N_{эф}$ — эффективная мощность двигателя, кВт.

По преимущественному признаку выполнения условия, ($K_{нэ} \rightarrow \min$), определяется тип силового воздействия для применения в устройстве.

Последующим этапом методологического подбора является выбор оптимальной конструкции рабочего органа для применения в схеме корректирующего тягово-догружающего устройства, обладающего наилучшим коэффициентом передачи силового воздействия

$$K_{п} = \frac{K_{пi}^i}{K_{пj}^i}, \quad (3)$$

где $K_{пi}$ — силовое воздействие, воспринимаемое i —той конструкцией рабочего органа, Н; $K_{пj}^i$ — силовое воздействие, передаваемое i —той конструкцией рабочего органа на j —тое устройство, Н.

За основу берут конструкцию, выполняющую условие

$$K_{\pi} \rightarrow \max, \quad (4)$$

Последующим этапом методологического подбора является выбор предлагаемого устройства по наименьшей себестоимости

$$C_k \rightarrow \min, \quad (5)$$

Следующим алгоритмическим этапом служит определение коэффициента увеличения тяговой мощности

$$K_T = \frac{N_{крп}}{N_{кр}}, \quad (6)$$

где $N_{кр}$ – тяговая мощность базового энергетического средства, кВт; $N_{крп}$ – тяговая мощность базового энергетического средства энергетического средства с установленным тягово-догружающим устройством, кВт.

При

$$K_T \rightarrow \max, \quad (7)$$

Предпочтение отдаётся устройству, в котором K_T принимает максимальное значение, что говорит об увеличении мощностных характеристик энергетического средства с установленным устройством.

Завершающим этапом является определение эффективности установленного устройства

$$K_{эф.у} = \frac{N_{крп} - N_{кр}}{K_{ус} C_6 - C_6}. \quad (8)$$

Где C_6 – стоимость серийного (базового) энергетического средства, руб.; $K_{ус}$ – коэффициент увеличения себестоимости с учётом стоимости установленного корректирующего тягово-догружающего устройства.

Или

$$K_{эф.у} = \frac{N_{крп}^н - N_{кр}^с}{C_6 \times (K_{ус} - 1)}. \quad (9)$$

Предлагаемый подход, обоснованный рекомендуемым алгоритмом представляет собой гибкую аналитическую схему, содержащую последовательность математических операций, анализа и выбора, позволяющую на основе первичных данных и выделенных критериев определить наиболее подходящую конструкцию тягово-догружающего устройства для рационального перераспределения сцепного веса, что позволит повысить тягово-сцепные свойства трактора и, как следствие, его производительность и эффективности при эксплуатации в сельском хозяйстве.

Список литературы

1. Кузнецов Е.Е., Щитов С.В., Худовец В.И. Использование многоосных энергетических средств класса 1,4: Монография. ДальГАУ-Благовещенск, 2013.-153 с.
2. Щитов С.В. Пути повышения агротехнической проходимости колёсных тракторов в технологии возделывания сельскохозяйственных культур Дальнего Востока: дис.докт.техн.наук:05.20.01: защищена 20.05.09/Щитов Сергей Васильевич; ДальГАУ-Благовещенск, 2009.-325 с.
3. Щитов С.В., Кузнецов Е.Е., Поликутина Е.С. Влияние перераспределения сцепного веса между мостами трактора на ширину захвата, буксование и производительность машинно-тракторного агрегата // АгроЭкоИнфо. – 2017, № 1. http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2017/1/st_106.doc.

СЕКЦИЯ №9.

АЭРО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ТРОСОВОГО ВИБРОИЗОЛЯТОРА С ПРОСТРАНСТВЕННЫМ ВОСПРИЯТИЕМ НАГРУЗОК

Аджибола О.А., Пономарев Ю.К.

(Аджибола О.А., студент института АД и ЭУ, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва; Пономарев Ю.К., д.т.н., профессор кафедры конструкции и проектирования двигателей летательных аппаратов, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва)

Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва

Известно большое число конструкций тросовых виброизоляторов, применяющихся для снижения динамических нагрузок агрегатов, приборов и оборудования, работающих в условиях интенсивной вибрации. При этом в качестве упругодемпфирующих элементов используются пространственно сформированные многослойные гибкие троса с формой рабочих участков радиусного очертания [2 – 4].

В настоящей работе представлена новая разработка виброизолятора (рис. 1) с четырьмя ансамблями рабочих участков гибких элементов радиусного очертания.

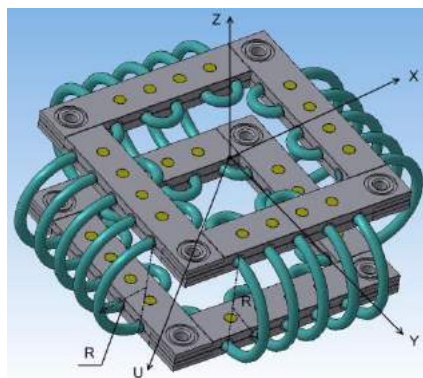


Рис. 1. Конструкция пространственного виброизолятора

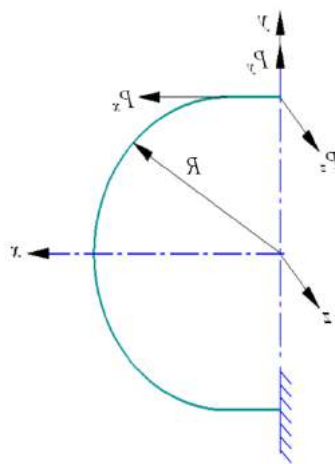


Рис.2. Схема нагружения элемента

Конструкция обойм, в которых защемлены участки тросового элемента, являются составными, выполнены в виде ступенчатых планок, соединенных между собой в квадратные рамки с помощью четырех pistонов и равномерно распределенных по длине заклёпок. Пистоны имеют внутри резьбовые отверстия для крепления виброизолятора к вибрирующему основанию и к защищаемому объекту (агрегату, прибору). Виброизолятор способен воспринимать пространственные линейные и угловые моментные нагрузки. Работа по проектированию виброзащитного устройства осуществлялась в рамках студенческой научно-исследовательской программы по дисциплине «Доводка авиационных двигателей и энергетических установок» кафедры конструкции и проектирования двигателей летательных аппаратов Самарского университета.

При этом, кроме конструирования, была поставлена задача создания математических моделей нагружения подобного типа виброизоляторов, расчета их элементов на прочность и жёсткость с использованием полученных знаний при изучении вышеуказанной дисциплины и ранее освоенных учебных предметов – теоретической механики, сопротивления материалов.

Особенностью данной работы является попытка создания аналитической математической модели нагружения виброизолятора с использованием методов сопротивления материалов и языка символьных вычислений программного комплекса Mathcad.

Рассмотрим технологию создания математической модели нагружения виброизолятора. Поскольку все рабочие участки изделия одинаковы, вначале была создана модель нагружения одного элемента в виде

криволинейного стержня осевой линии радиуса R , угловой протяженностью π , состоящего из n одинаковых круглых проволок диаметром d , выполненных из стали с модулем упругости E (рис. 2).

Предполагается, что верхняя рамка виброизолятора может совершать любые линейные перемещения относительно нижней рамки – основания, но при этом запрещены её угловые перемещения. В рамках поставленной задачи каждый из гибких криволинейных элементов является, с точки зрения сопротивления материалов и теоретической механики, статически неопределимыми стержнями, что требует раскрытия статической неопределимости, и что было осуществлено с помощью метода сил [1].

После раскрытия статической неопределимости были составлены уравнения эквивалентных изгибающих моментов, с помощью которых методом Мора [1] определены перемещения в трех взаимно перпендикулярных направлениях, и из них получены в аналитической форме функции сил сопротивления P_x, P_y, P_z от всех определяющих параметров гибкого элемента:

$$P_x(x, R) = \frac{2EJ_x}{\pi R^3} \cdot x, \quad (1)$$

$$P_y(y, R) = \frac{E \cdot J_x \cdot y}{R^3 \cdot \left(\frac{\pi}{2} - \frac{4}{\pi} \right)}, \quad (2)$$

$$P_z(z, R) = \frac{E \cdot J_x \cdot z}{R^3 \left[\pi - \frac{(2\mu + 2)(4\mu - \pi^2 \mu - 2\pi^2 + 4)}{\pi(\mu + 2)} \right]}. \quad (3)$$

Получив функции нагрузочных характеристик для элемента (1–3), с помощью методов теоретической механики определены нагрузочные характеристики и жесткости виброизолятора в целом для трех взаимно перпендикулярных осей:

$$R_x(x, R, N) = R_y(x, R, N) = \frac{2EJ_x \cdot N \cdot x \cdot (32 \cdot \mu - 4\pi^2 \cdot \mu^2 + 16 \cdot \mu^2 - 15\pi^2 \cdot \mu - 14 \cdot \pi^2 + 16)}{2\pi R^3 \cdot (16 \cdot \mu - 2\pi^2 \cdot \mu^2 + 8 \cdot \mu^2 - 7\pi^2 \cdot \mu - 6 \cdot \pi^2 + 8)}, \quad (4)$$

$$R_z(z, R, N) = \frac{EJ_x \cdot z \cdot N}{R^3 \left(\frac{\pi}{2} - \frac{4}{\pi} \right)}, \quad (5)$$

$$C_x(R, N) = C_y(R, N) = \frac{2EJ_x \cdot N \cdot (32 \cdot \mu - 4\pi^2 \cdot \mu^2 + 16 \cdot \mu^2 - 15\pi^2 \cdot \mu - 14 \cdot \pi^2 + 16)}{2\pi R^3 \cdot (16 \cdot \mu - 2\pi^2 \cdot \mu^2 + 8 \cdot \mu^2 - 7\pi^2 \cdot \mu - 6 \cdot \pi^2 + 8)}, \quad (6)$$

$$C_z(R, N) = \frac{EJ_x \cdot N}{R^3 \cdot \left(\frac{\pi}{2} - \frac{4}{\pi} \right)}, \quad (7)$$

где E – модуль упругости первого рода равен 200000 Н/мм^2 ; $J_x = n \frac{\pi d^4}{64}$ – осевой момент инерции проволоки диаметром d и n – число проволок в тросе; R – радиус кривизны элемента; N – число элементов; μ – коэффициент Пуассона.

На рис.3, в качестве примера, приведена нагрузочная характеристика виброизолятора при различных числах криволинейных элементов в ансамбле.

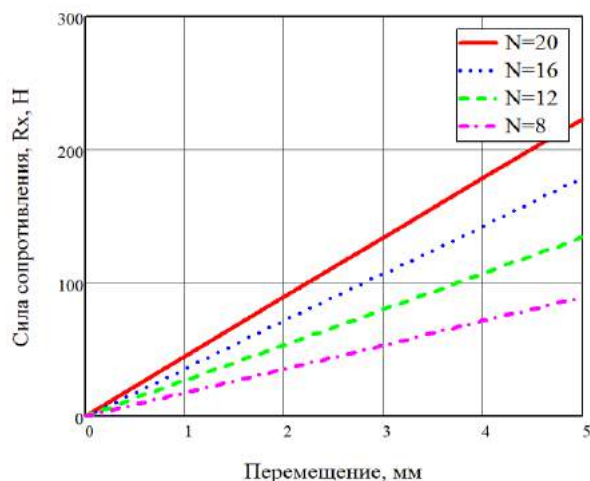


Рис. 3. Зависимости сил сопротивления R_x тросового виброизолятора от перемещения при различных числах элементов в ансамбле

На рис. 4 приведены нагрузочные характеристики виброизолятора в направлениях осей x, y, z . На рис. 5 показаны зависимости жесткости виброизолятора в трёх взаимноперпендикулярных направлениях осей x, y, z от радиуса кривизны элементов при постоянстве числа элементов в ансамбле $N = 20$; $D = 5$ мм; $n = 49$.

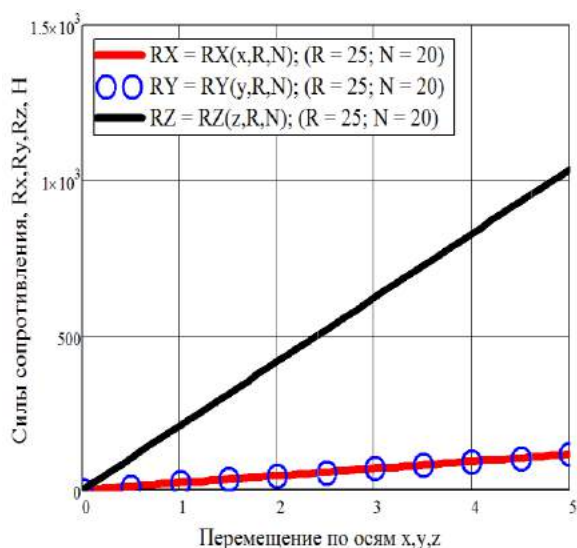


Рис. 4. Нагрузочные характеристики виброизолятора в направлениях осей x, y, z

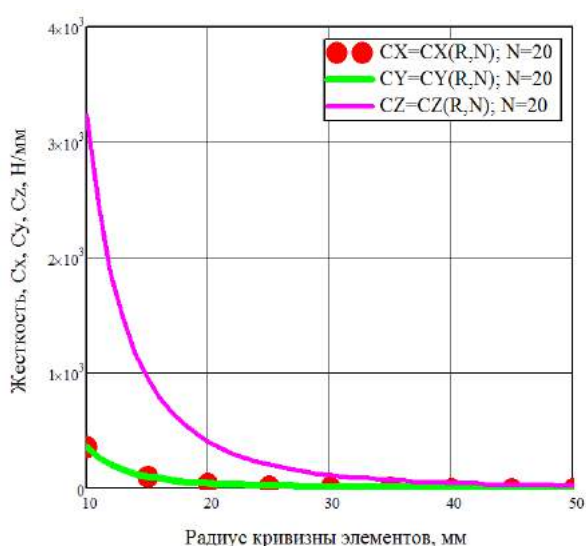


Рис. 5. Зависимости жесткости виброизолятора в трёх взаимноперпендикулярных направлениях осей x, y, z от радиуса кривизны элементов R при постоянстве числа элементов в ансамбле $N = 20$; $D = 5$ мм; $n = 49$

Знание жесткостных характеристик в направлениях трех взаимно перпендикулярных осей (6, 7) позволяет рассчитать амплитудно-частотные характеристики, резонансные частоты, номинальные нагрузки на виброизолятор и его собственную прочность, а также нагрузочные характеристики в направлениях произвольных осей, например, оси U (рис. 1).

Список литературы

1. Е.Г. Макаров. Сопротивление материалов на базе Mathcad. Учеб. пособие. «БХВ - Петербург», СПб, 2004, - 512 с.
2. Патент РФ № 2020317 МКИ F16F 7/14. Тросовый виброизолятор. Авторы: Пономарёв Ю.К., Шакиров Ф.М., Мулюкин О.П., Мальтеев М.А. Опубл. 30.08.94. Бюлл. № 18.

3. Патент РФ на полезную модель № 43048 МКИ F16F 7/14. Тросовый виброизолятор. Авторы: Пономарёв Ю.К., Евсигнеев А.Е., Котов А.С. и др. Оpubл. 27.12.04. Бюлл. № 36.
4. Патент РФ на полезную модель № 50619 МКИ F16F 7/14. Тросовый виброизолятор. Авторы: Гунин В.А., Ермаков А.И., Пономарёв Ю.К. и др. Оpubл. 20.01.06. Бюлл. № 02.

СЕКЦИЯ №10.

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЭФФЕКТА ТЕПЛОВОГО ОСТРОВА НА АРХИТЕКТУРНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ГОРОДОВ

Березкин И.С.

ФГБОУ ВПО “Российский университет дружбы народов”,
Инженерная академия, г. Москва.

Аннотация: Статья посвящена проблемам возникновения эффекта теплового острова, его влиянию на архитектурное планирование городов и способам борьбы с ним.

Одной из основных проблем для любого крупного мегаполиса являются тепловые острова, характеризующиеся повышенными выбросами тепловой энергии. По этой причине средняя годовая температура в этих районах города на несколько градусов выше, чем на территориях прилегающих к ним. Чаще всего центр теплового острова смещен от центральной части города в направлении преобладающих ветров. Эффект городского теплового острова влияет не только на комфорт и здоровье людей, живущих в городах, но и определяет источники энергии, необходимые для охлаждения в городских условиях. Основная часть конечного потребления энергии в нашем современном обществе приходится на городские здания, которые потребляют около 50% от всей вырабатываемой энергии. В будущем, цивилизованное общество должно найти новые источники для городской энергетики, основанные на широкой интеграции возобновляемых источников энергии, преобразовании и хранении этой энергии, а также распределении и управлении энергией на уровне городов.

Цель должна заключаться в том, чтобы отдельные городские районы и даже городские кварталы, смогли стать энергетически независимыми, и позволить снизить зависимость их энергетических систем от внешних экономических, природных и политических факторов вкупе с дополнительной экономией финансовых средств. Достичь этого возможно только уделяя достаточное внимание грамотному использованию городской территории, а также проектированию и строительству энергоэффективных зданий.

Эта новая концепция, несмотря на всю ее сложность, имеет огромный потенциал, который позволит в будущем значительно децентрализовать энергетический сектор. Удовлетворение потребностей в энергии для районов зависит не только от возможностей энергетических систем, но также от микроклимата, который образуется вокруг зданий, и который существенно отличается в сельских, пригородных и городских районах.

При проектировании зданий в городских условиях, обычной практикой является создание энергетического моделирования, опирающегося на конфигурацию отдельного здания, без учета влияния соседних зданий, за исключением инсоляции. Состояние городского климата и микроклимата в будущем может сильно отразиться на спросе на энергию и даже вызвать ее дефицит.

Современным архитекторам и проектировщикам приходится считаться с двумя важными аспектами городского микроклимата: солнечной радиацией и ветром. В энергетическом моделировании отдельных зданий, рассматривается воздействие солнечных лучей на фасад как дополнительный источник обогрева, при этом потери тепла происходят при недостаточно качественной теплоизоляции конструкций из-за разницы температур внутри и снаружи здания.

Внутри конфигураций улиц, потоки солнечного и длинноволнового излучения характеризуются множественными диффузными и зеркальными отражениями от поверхностей зданий. В результате этих многократных отражений излучения захватываются и остаются в уличном пространстве, солнечное

излучение поглощается, в то время как длинноволновое излучение инертно отводится в атмосферу, что приводит к повышению температуры поверхности зданий. Этот процесс также ведет к повышению температуры воздуха между зданиями. При этом скорость ветра в городской среде значительно снижается и, как следствие, уменьшается его воздействия на окружающие здания. Низкая скорость ветра приводит к уменьшению теплообмена между зданиями и окружающей средой, это приводит к повышению температуры воздуха в стесненном городском пространстве.

При классическом энергетическом моделировании, конвективные коэффициенты теплоотдачи применяются для расчета отдельностоящих зданий, что приводит к неточным расчетным данным для зданий, расположенных в плотно застроенной среде. Только учитывая эти эффекты, можно правильно выполнить динамические расчеты воздействия ветра и температурных полей вокруг зданий. В городах можно выделить зоны, где существуют локальные высокие температуры воздуха, которые называются местные острова тепла.

Казалось бы, что охлаждающий эффект из-за ветров, пересекающих конфигурации городских должен быть очевиден, но при сравнении результатов с низкой скоростью ветра, можно увидеть, что локальные острова тепла не уменьшаются. Это наблюдение кажется нелогичным, так как ожидалось, что более высокая скорость ветра должна эффективней бороться с жарой в городской среде. Объяснение данного факта состоит в том, что при небольших скоростях ветра, наиболее важное значение имеет эффект плавучести. Плавучесть означает, что воздух будет двигаться вверх из-за разницы температур между поверхностью здания и окружающим воздухом. Архитектура зданий в городских условиях, имеет большое влияние на теплоотдачу, поэтому при низких значениях скорости ветра нельзя пренебрегать эффектом плавучести.

Только изучив основные аспекты городского микроклимата и эффект возникновения теплового острова, можно правильно определить пространство, необходимое для естественного охлаждения каждого здания. Низкий коэффициент ветровой нагрузки означает широкие улицы с невысокими зданиями, в то время как высокий коэффициент ветровой нагрузки характерен для узких улиц, окруженных высокими зданиями.

Потребность в охлаждении помещений отдельностоящего здания гораздо ниже, по сравнению со зданием, расположенном в уличном каньоне. Для более широких улиц, потребность в охлаждении выше, потому что большое количество солнечной и тепловой радиации попадает в ловушку, главным образом из-за многочисленных отражений от зданий.

Напротив, в узких уличных пространствах, потребность в охлаждении ниже из-за меньшего поступления солнечной радиации, но при этом из-за низкой скорости ветра снижается отвод тепла от зданий.

Эффект теплового острова значительно увеличивает область спроса на все виды охлаждения и наглядно показывает, какое сильное влияние городской микроклимат может оказывать на него. В качестве решения проблем, связанных с появлением островов тепла должны быть приняты комплексные меры, принимаемые современными архитекторами совместно с городскими властями.

Одной из таких мер может стать покраска крыш городских зданий в белый цвет совместно с использованием современных светоотражающих материалов. Результаты проведенных американскими учеными экспериментов в г. Нью-Йорк показали, что кровельное покрытие белого цвета позволило снизить пиковую летнюю температуру в среднем на 24 градуса Цельсия.

Второй мерой должно стать требование от городских властей увеличение количества велосипедных маршрутов и значительное снижение автомобильного трафика в пользу развития экологически безопасного общественного транспорта.

Использование преимуществ растений в архитектурных решениях фасадов зданий станет еще одной мерой для сокращения теплового острова. Зеленые растения являются хорошим средством для нейтрализации городского загрязнения и снижения теплового эффекта. Несмотря на то, что идея концепции зеленых стен существует достаточно давно, в настоящее время она используется пока очень редко. Включив растения в свои проекты, архитекторы смогут превратить города в комфортные компромиссы для жизни, где можно будет дышать чистым воздухом.

Список литературы

1. Болдина Е.А., Грищенко М.Ю. Исследование «теплового острова» Москвы по разносезонным снимкам Landsat 7/ETM+ // Геоинформатика. 2011. № 3. С. 62-69.

2. Бусыгин Б.С., Гаркуша И.Н. Геоинформационная технология температурного картографирования городов по данным космических съемок // *Geoinformatics*. 2012. 14 May. <http://earthdoc.org/publication/> (дата обращения 24.10.2016).
3. Второй оценочный доклад об изменении климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Росгидромет. М.: 2014. 61 с.
4. Wagner, F., & Caves, R. (2012). *Community Livability: Issues and Approaches to Sustaining the Well-Being of People and Communities*. Routledge.
5. Allegrini J, Dorer V, Carmeliet J: Influence of the urban microclimate in street canyons on the energy demand for space cooling and heating of buildings. *Energy and Buildings* 104–106: 464–473, 2012.
6. Saneinejad S, Moonen P, Carmeliet J: Comparative assessment of various heat island mitigation measures. *Building and Environment* 73: 162–170, 2014.
7. Moonen P, Defraeye T, Dorer V, Blocken B, Carmeliet J: Urban Physics: effect of the micro-climate on comfort, health and energy demand. *Frontiers of Architectural Research* 1(3): 197–228, 2012.

ОЦЕНКА ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТАЛЛОПЛАСТИКОВЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Ковалев А.В., Потехин А.А.

Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова,
РФ, г. Новочеркасск

Одним из решающих факторов эффективного функционирования экономики России является энергосбережение во всех сферах народного хозяйства. Учитывая важность и актуальность этого вопроса, в России на государственном уровне металлопластиковые окна рассматриваются как одна из действенных мер в части экономии энергии.

Теоретико-методическим вопросам исследования изготовления, совершенствования и использования оконной продукции мы можем увидеть в работах зарубежных и отечественных ученых. Среди таких ученых нужно отметить Г. Паше, Н. Шумер, Г.Фине, что сосредоточили свое внимание на создании одних из первых металлопластиковых оконных конструкций. Проблема использования современных металлопластиковых оконных конструкций привлекает внимание многих ученых, однако достаточно четкого мнения относительно этого вопроса не определено.

В развитых странах внедрение таких новых герметичных окон в качественно построенные дома началось 25–30 лет назад. Появился даже специальный термин «синдром нездорового здания». Этот срок свидетельствует о том, что герметичный дом с недостаточным воздухообменом вреден для здоровья его жителей. Ведь санитарные нормы предусматривают наличие свежего воздуха 3 м³/ч. на 1 м² жилой площади квартиры или 30 м³/ч. на человека. Герметичные окна исключают возможность притока свежего воздуха в помещения дома, а микропроветривание не всегда является эффективным. При этом важным является донесение достоверной информации потребителям о данной оконной продукции и перспективы ее развития в будущем.

Проблема энергосбережения сейчас очень актуальна. С наступлением холодов хозяева квартир стремятся оборудовать их так, чтобы не приходилось тратить на обогрев дополнительные средства. Оптимальным решением для сохранения комфортного тепла является установление качественного окна, способного защитить жилье от воздействия внешней температурного фактора и шума с улицы.

Сегодня в России насчитывается несколько тысяч мелких и средних фирм, которые выпускают металлопластиковые окна. За последние годы немало отечественных производителей оконной продукции вложили много средств в техническое оснащение производства, усилили контроль за качеством комплектующих изделий и монтажных работ.

Простота производства привлекает новых производителей, которые в погоне за прибылями налаживают ее выпуск на устаревшем оборудовании с привлечением неквалифицированного персонала, без технической документации. Это приводит к дискредитации в глазах потребителя самой идеи установки современных окон и труд многих честных производителей. Система сертификации продукции в России создает определенные барьеры на пути недобросовестной продукции, но пока еще не способна надежно защитить рынок от некачественной продукции.

Поскольку окна устанавливают на десятки лет, то требования покупателей к этой продукции достаточно высокие. Сейчас потребители хотят самостоятельно разобраться во всем разнообразии оконных конструкций и сделать выбор на основании полной и объективной информации.

Рынок металлопластиковых окон России разнообразен: потребителям предлагается изделия с ПВХ-профилем как отечественного, так и иностранного производства. Такие окна изготовлены из поливинилхлорида (ПВХ), а профиль имеет стальные усилительные вкладыши. Продукция импортируется из Германии, Австрии, Швейцарии, Англии, Польши, Франции, Турции и других стран.

Современные металлопластиковые окна имеют высокую герметичность и в закрытом положении пропускают очень мало воздуха. В квартире становится тише, теплее, исчезают сквозняки, но появляются другие проблемы. В квартире с герметичными окнами накапливается водяной пар (семья из 3-4 человек выделяет в сутки 10-15 литров воды), появляется духота, растет концентрация углекислого газа, а на первых этажах в отдельных регионах и радиоактивного газа - радона. Повышенная влажность воздуха в холодное время года приводит к появлению конденсата на стеклопакетах.

Влага содержится в воздухе в виде водяного пара, которая обуславливает его влажность. Однако воздух может насыщаться влагой не безмерно, а до определенного уровня (табл. 1). Например, при температуре 16 °С в 1 м³ воздуха может содержаться не более 13,6 г влаги.

Таблица 1. Максимальное содержание водяных паров в 1 м³ воздуха

Температура воздуха, °С	-10	0	+10	+12	+16	+20	+30
Максимальное количество влаги, г/м ³	2,14	4,84	9,4	10,7	13,6	17,3	30,3

При превышении уровня влажности при той же температуре при 16 °С влага из воздуха начнет выпадать в виде мелких капель - конденсата. Чем выше температура воздуха, тем больше водяных паров оно может содержать и наоборот. При 10 °С в 1 м³ воздуха может находиться не более 9,4 г / м³, а при 0 °С - 4,84 г / м³. Если воздух, имеющий температуру 16 °С и содержит 9,4 г / м³ влаги, начнет охлаждаться, то при температуре 10 °С он будет насыщен влагой максимально, и его относительная влажность достигнет 100%, и при дальнейшем понижении температуры из него начнет выпадать конденсат.

Температура, при которой начинает создаваться конденсат, называется точкой росы. Если воздух охлаждается ниже точки росы, то остаточное количество влаги образует конденсат. При 0 °С в воздухе может содержаться не более 4,8 г / м³ влаги, поэтому при снижении его температуры от 10 до 0 °С с 1 м³ воздуха выпадает 4,6 г влаги (9,4 - 4,8 = 4,6 г).

При отсутствии надлежащей вентиляции в помещении растет концентрация вредных газов и влажность. Периодическое проветривание помещений путем кратковременного открытия окон является не лучшим вариантом решения проблемы. Необходимое количество воздуха для нормального самочувствия людей давно уже исследована и регламентирована. Так, с помощью вытяжки необходимо удалять в течение часа из кухни, туалета и ванной комнаты в соответствии 60-90, 25 и 25 м³ воздуха. Последние рекомендации по вентиляции квартир в многоэтажном жилом доме ориентируют на кратность воздухообмена 0,35, но не менее 30 м³ в час на человека [2].

По данным Всемирной организации здравоохранения каждый день во всем мире умирает около 5000 человек от болезней, связанных с плохим качеством внутреннего воздуха дома и на работе. По данным Министерства здравоохранения США ежегодно 30000 американцев умирают от болезней, непосредственно связанных с повышенной концентрацией радиоактивного газа радона в помещениях и других вредных факторов (табл. 2). Выделяется этот газ из строительных материалов (а не только с земли) и задерживается в помещениях, где не обеспечивается необходимый воздухообмен. Опасен он еще и тем, что не имеет цвета и запаха и определяется только специальными приборами [3].

Таблица 2. Классификация вредных веществ и их воздействие на человека

Вещество	Источники возникновения	Влияние на человека
Пыль и копоть	Продукты сжигания газа, деревянные детали дома, мебель, обогреватели, табачный дым.	Пыль накапливается в доме и вызывает раздражение глаз, насморк, респираторные инфекции и бронхиты. Считается также, что, часто находясь в пыльных помещениях, люди чаще болеют раком легких.

Органические загрязнители	Краски, растворители, аэрозоли, жидкости для мытья посуды, освежители воздуха.	Вызывают раздражение глаз, насморк, головные боли, потерю координации. В тяжелых случаях органические загрязнители негативно влияют на печень, почки и центральную нервную систему. Некоторые химикаты, способны вызывать у людей и животных онкологические заболевания.
Формальдегид	Древесностружечные плиты, некоторые ткани, ковровые покрытия и клеи.	Вызывает раздражение глаз, насморк, кашель, раздражение кожи и серьезные аллергические реакции. Формальдегид считается канцерогеном.
Пестициды	Инсектициды, применяемые для борьбы с тараканами, мухами, комарами и др.	Вызывают раздражение глаз, носа, гортани, повреждения центральной нервной системы и почек, онкологические заболевания.
Свинец	Автомобильные выхлопы и некоторые краски.	Высокая концентрация свинца негативно отражается на здоровье детей. В них ухудшается координация, возникают проблемы с умственным развитием. Свинец поражает почки, нервную систему и красные кровяные тельца.
Асбест	Поврежденные или использованные ненадлежащим образом облицовочные, изоляционные материалы	Отравление асбестом не дает немедленных симптомов. Однако долгосрочное пребывание в зараженной асбестом квартире приведет к различным онкологическим и легочным заболеваниям. Курильщики рискуют получить рак легких.
Биологические загрязнители	Сырые стены, потолки и полы, ковры, мебель; увлажнители воздуха, кондиционеры исп. ненадлежащим образом	В сырых и теплых местах активно размножаются различные микроорганизмы, многие из которых могут представлять угрозу для человека. Наиболее часто они вызывают различные респираторные заболевания
Двуокись азота и углекислый газ	Продукты сгорания и табачный дым.	Постоянные головные боли, насморк, проблемы со зрением, сердцебиение, общая слабость
Радон	Газ, образующийся в радиоактивных рудах и минералах и поступает на поверхность земли. Иногда радон сохраняется в строй. материалах	Отравление радоном не имеет симптомов. Исследование показывают, что отравление радоном является причиной примерно 10% всех случаев рака легких
Плесень и грибок	Постоянно находятся в воздухе. При благоприятных условиях активизируется их рост и размножение.	Грибок на поверхности стен может стать причиной различных серьезных заболеваний. Плесень может спровоцировать аллергию, которая впоследствии может перейти в астму

В результате можно сделать следующие выводы:

- Существующий жилой фонд Российской Федерации характеризуется низким термическим сопротивлением ограждающих конструктивных элементов, требует чрезмерных затрат тепловой энергии для его отопления. Утепление стен, модернизация окон и дверей, вентиляции, тепловых сетей, учета других составляющих энергозатратных зданий остается требованием современности.

- Для герметичных домов с недостаточным воздухообменом характерен «синдром нездорового дома». В средствах массовой информации, рекламной деятельности должна предоставляться исчерпывающая разъяснительная информация о положительных и отрицательных последствиях

использования металлопластиковых окон и методов их устранения. Повышенная влажность внутри помещения при низком термическом сопротивлении конструкции стен и отсутствия воздухообмена приводит к дискомфорту и целому ряду заболеваний.

- Из-за массового использования энергосберегающих металлопластиковых окон должны быть разработаны нормативные документы, которые должны предусматривать наличие необходимого воздухообмена в помещениях с длительным пребыванием большого количества людей (учреждениях здравоохранения, культуры, образования) и жилых домах.

Список литературы

1. Свод правил СП 60.13330.2012 "Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха". -2013. -М
2. Матросов Ю. А. Техническое регулирование в странах Европейского союза // Бюллетень строительной техники. - 2006. - № 2. - С. 32-37.
3. Сердюк В. Р. Радиационная опасность населения / В. Р. Сердюк. - Винница Континент-ПРИМ.1997. - 24 с.
4. Санитарно-гигиенические аспекты энергосбережения при использовании металлопластиковых окон. /Сердюк. В. Г., Радченко И. В. // Сборник "Строительные материалы, изделия и санитарная техника". -2009 - № 31 (13). - С. 96-99.

РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ 3D-ПРИНТЕРОВ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Козьев А.Д., Колесников А.Г.

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», г. Курск

В статье рассматриваются наиболее перспективные технологии использования 3D-принтеров при возведении зданий и сооружений, развивающиеся в России и за рубежом. Исследуются современные строительные материалы, используемые в 3D-принтерах, возможности улучшения их свойств.

3D-принтеры создают реальные объекты на основе компьютерной объёмной модели, используя метод печати по слоям. На первый взгляд, технология выглядит крайне простой [4]. Строители устанавливают на стройплощадке 3D-принтер, настроенный на возведение разработанной модели здания. После чего начинается процесс возведения дома [1]. Так же архитекторы используют данную технологию для создания отдельных элементов, например, дверных ручек, декоративных элементов на фасадах и другого. Но на данный момент - это всего лишь прототипы, далее эти элементы будут изготавливаться из настоящих строительных материалов – бетона, пластика и так далее.

Использование таких принтеров в строительстве открывает возможности, связанные со снижением себестоимости создаваемых объектов, высокой точностью изготовления, с возможностью использования различных материалов в качестве исходных для возводимых объектов, уменьшением времени на само строительство.

Одним из первых, кто предложил идею о постепенной автоматизации строительного процесса, являлся профессор кафедры машиностроения Стэнфордского университета Джозеф Пенья. Он предложил использовать материалы на основе цемента для автоматизированного подхода к строительству. Берох Хошневис, профессор из Университета Южной Калифорнии, предложил идею реализации строительной 3D-печати в середине 1990-х годов - технологию Contour Crafting (CC). В качестве материалов могут быть использованы: полимеры, керамический шликер и бетон. В процессе экструзии материала (технология получения изделий путём продавливания вязкого расплава материала или густой пасты через формующее отверстие) за счет шпателей, установленных на подающем сопле, образуется ровная поверхность. Высота слоя ограничивается размерами мастерков, кроме того она должна быть подобрана таким образом, чтобы при укладке верхних слоев предыдущие слои начинали схватываться и имели достаточную несущую способность. В технологии Contour Crafting предусматривается возможность проектирования инженерных коммуникаций в полостях стен, а также при использовании специального оборудования, закрепленного на раме, можно автоматизировать работы по их прокладке.

В 2009 году в университете Лафборо Ричардом Басуэллом и его коллегами была представлена технология Concrete Printing (CP). Основным отличием от СС является то, что в методе CP на экструдере отсутствуют шпатели, что дает возможность выполнять еще более геометрически сложные контуры. Именно благодаря этой особенности данный метод выглядит самым перспективным в строительстве, так как создание зданий и сооружений уникальных форм становится все более приоритетным и востребованным направлением в данной сфере. Недостатком является тот факт, что из-за отсутствия шпателей на экструдере появляется необходимость обработки поверхности напечатанного сооружения.

Российские инженеры также работают над технологией строительной 3D-печати. Так, Никита Ченюн-тай разработал мобильный строительный 3D-принтер APIS COR. Его изобретение принципиально отличается от конкурентов. APIS COR способен выполнять печать сооружения «изнутри», благодаря своей уникальной конструкции. Оставаясь на одном месте, 3D-принтер APIS COR может возводить слой за слоем стены из бетонной смеси. Дисперсное армирование качественно улучшает механические характеристики бетонов, а также позволяет сократить рабочее сечение конструкции и в ряде случаев отказаться от использования стержневой арматуры или уменьшить ее расход.

Все рассмотренные модели 3D-принтеров в качестве основного строительного материала используют бетонную смесь, которая методом экструзии выкладывается горизонтально на ранее выложенный принтером слой[3]. 3D-принтера, автоматически выполняющего армирование конструкции, на данный момент не существует. Это ограничивает размеры (пролётность, высоту и т.д.), область функционального назначения, долговечность и надежность возводимого здания.

Мировой рост производства портландцемента, доминирующего на рынке неорганических вяжущих, неизбежно сопровождается увеличением техногенного прессинга на экосферу планеты и нерациональным расходом невозобновляемых запасов ископаемых энергоносителей. В связи с этим создание и широкое внедрение в практику композиционных материалов являются важнейшими задачами строительной индустрии XXI в [2, 6, 7].

Одним из материалов, который может заменить бетонную смесь для 3D-принтеров – это ABS-пластик. Он представляет собой ударопрочную термопластическую техническую смолу. Этот материал гораздо прочнее бетона, а его отличные физические и механические свойства определяют возможность применения этого материала для создания всевозможных прочных и износостойких объектов. Готовые детали часто получаются немного смазанными, из-за чего нуждаются в корректировочных и восстановительных работах. Шлифовка и обработка наждачной бумагой предотвращают данную проблему. Основными недостатками ABS-пластика можно считать относительно низкую устойчивость к прямому воздействию солнечного света и высокую стоимость материала, чем у бетона.

Ещё одним из реальных путей смесей на основе портландцемента, является применение геополимеров – щелочеактивированных алюмосиликатных вяжущих на основе возобновляемого техногенного сырья, в частности, низкокальциевых зол уноса тепловых электростанций [8].

Используя побочные продукты промышленности, мы имеем преимущества, в том числе и по сохранению окружающей среды, устойчивости ресурсов и решение проблемы утилизации промышленных отходов. На данный момент использование низкокальциевых зол уноса не превышает 12% от объема их выбросов.

Одними из важнейших составляющих геополимерного бетона являются щелочные жидкости, а также наполнители и заполнители. Исходные материалы, выступающие в роли заполнителей и наполнителей должны содержать в своей структуре кремний (Si) и алюминий (Al). Это могут быть природные материалы, такие как глина, либо микрокремнезем, летучая зола, металлургический доменный шлак.

Если в раствор добавлено жидкое стекло, время схватывания сокращается пропорционально количеству этой модифицирующей добавки. Так при содержании силиката натрия 2%, схватывание происходит примерно через час, а если жидкого стекла 5% - через 38 минут, что значительно ускорит процесс 3D печати здания. Эта добавка влияет не только на скорость схватывания, но и на процесс затвердевания. Если содержание силиката натрия в смеси более 4 %, то прочность с добавкой после полного затвердевания оказывается примерно на 25% ниже, чем без добавки. Однако при содержании силиката не более 3% прочность возрастает. Это дает возможность сокращать время схватывания до оптимального, что крайне необходимо для применения в строительном принтере.

Для повышения сопротивления состава к трещинообразованию, увеличения пластичности и удобоукладываемости возможно добавление в смесь фиброволокон. В композитах с использованием

фиброволокна растягивающие напряжения воспринимают на себя фибра, что существенно повышает сопротивление такого материала растяжению и изгибу [5].

Фиброволокно, которое при этом применяется, состоит из базальта, стали или полипропилена. Добавление фибры в смесь позволяет достичь сразу нескольких целей:

- армирование, вплоть до исключения традиционного армокаркаса и сменой его на фиброволокно, выигрывая тем самым в жёсткости и прочностных характеристиках конструкции, снижая её вес, сокращая расходы на устройство каркаса из стальной арматуры и отменяя необходимость человеческого вмешательства в работу принтера;

- увеличение подвижности бетонной смеси, что имеет важную роль для равномерной подачи смеси через строительный 3D-принтер;

- снижение удельного веса бетонной смеси, позволяющее устройство большего количества слоёв;

- волокна препятствуют трещинообразованию и их раскрытию на поверхности схватившегося бетона, если сравнивать с традиционным железобетоном.

Применение геополимерных бетонных смесей с добавлением фиброволокна в 3D строительстве имеет ряд явных плюсов перед традиционным бетоном с армированием стальной или стеклопластиковой арматурой. Это является экономически и технически выгодным решением.

Технологии 3D печати из смесей с добавлением фиброволокна являются перспективной ветвью развития строительства, переход на этот материал позволит развивать переработку промышленных отходов, сокращать время возведения сооружений, экономить средства и повысить автоматизацию процесса.

Список литературы

1. Кашуба В.В. Интерьеры, напечатанные на 3D-принтере // Актуальные проблемы современной науки. 2014. № 3 (77). С. 110-114.
2. Кожухова Н.И. Геополимерные вяжущие: природа. Перспективы применения / Н.И. Кожухова // Сборник докладов III Международного семинара-конкурса молодых ученых и аспирантов, работающих в области вяжущих веществ, бетонов и сухих строительных смесей. – М.: Экспоцентр, 2012. – С. 81–86.
3. Кушнир Н.В., Кушнир А.В., Геращенко А.М., Терьякин В.А. 3D-принтеры: технологии трехмерной печати и их влияние на общество и экономику // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. 2015. №5. С. 464-471.
4. Малышева В.Л., Красимилова С.С. Возможности 3D принтера в строительстве // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2013. № 12-2. С. 352-354.
5. Слюсар, В.И. Фаббер-технологии. Новое средство трехмерного моделирования.. Электроника: наука, технология, бизнес. - 2003. - № 5. С. 54 - 60.
6. Ступишин Л.Ю., Колесников А.Г. Восстановление несущей способности и эксплуатационных характеристик геометрически нелинейных пологих оболочек на прямоугольном плане // Промышленное и гражданское строительство. 2014. №2. С. 51-53.
7. Ступишин Л.Ю., Кузьменко А.П., Савельева Е.В., Масалов А.В., Тет П.Н. Влияние направленного армирования цементных образцов базальтовым ровингом на прочность при изгибе // В сборнике: Современные технологии композиционных материалов Материалы II научно-практической молодежной конференции с международным участием. 2016. С.63-67.
8. Чекмарев А.С., Сео Д.К., Скорина Т.В., Чекмарева Г.Д. Получение геополимерных материалов с применением природных компонентов. Казань: «Вестник Казанского технологического университета», 2012.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ФОРМ КОНСТРУКЦИЙ ЖЕСТКИХ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД

Колесников А.Г., Савельева Е.В.

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», г. Курск

Рассматриваются вопросы оптимального проектирования формы конструкций жестких дорожных одежд. Исследуются возможности экономии веса (объема) конструкций и увеличение их несущей способности.

Существенный вклад в решение задач снижения веса (объема) рассматриваемых конструкций вносит использование сборных жестких покрытий дорожных одежд из железобетонных плит, которые уже нашли применение в дорожном строительстве России и других стран. Развитие методов оптимального проектирования конструкций покрытий дорожных одежд, помогающих отыскать формы конструкций при различных критериях оптимизации, а также внедрение их в практику позволяет получить ощутимый экономический эффект и новые конструктивные решения.

Конструкции покрытий жестких дорожных одежд можно представить в виде тонкостенных конструкций (плит, оболочек) на упругом основании (рисунок 1).

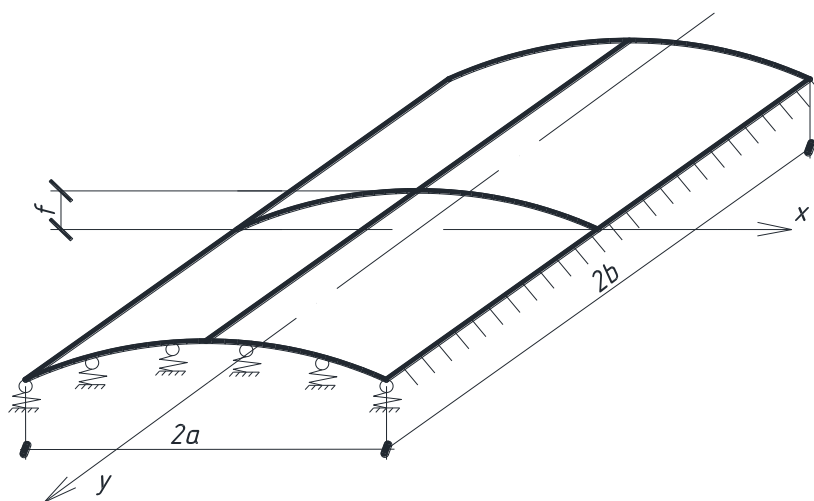


Рисунок 1 – Схема тонкостенной конструкции покрытия жестких дорожных одежд

Уравнение, описывающее срединную поверхность конструкции жесткой дорожной одежды, имеющей уклон от центра к краям, удобно записать в виде [2, 4]:

$$F(x, y) = f \left[\alpha \left(\frac{x}{a} \right)^{2\xi} + \beta \left(\frac{y}{b} \right)^{2\xi} + 1 \right]. \quad (1)$$

Где f - стрела подъема конструкции в центре,

$\alpha = -\frac{f_1}{f}$, $\beta = -\frac{f_2}{f}$ - параметры, характеризующие форму тонкостенной конструкции,

f_1 , f_2 - стрелы подъема опорных арок оболочки,

a , b - размеры в плане.

Определение напряженно-деформированного состояния тонкостенной конструкции жестких дорожных одежд можно отыскать с помощью метода Бубнова – Галеркина [5]. В качестве аппроксимирующих удобно выбрать балочные функции.

Дифференциальные уравнения тонкостенных конструкций на упругом основании могут быть записаны в виде [1]:

$$\left\{ \begin{aligned} & \frac{1}{Eh} \nabla^2 \nabla^2 + k_y \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + k_x \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} - 2k_{xy} \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} + \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} - \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \right)^2 = 0; \\ & D \nabla^2 \nabla^2 w - \frac{\partial^2}{\partial y^2} \left(k_x + \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \right) - \frac{\partial^2}{\partial x^2} \left(k_y + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right) + \\ & + 2 \frac{\partial^2}{\partial x \partial y} \left(k_{xy} + \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \right) = 2m \nabla^2 w - rw. \end{aligned} \right. \quad (2)$$

Где

h – приведенная толщина слоев покрытия жесткой дорожной одежды,

E – модуль упругости материала покрытия,

$\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2}$ – оператор Лапласа,

φ – функция напряжений, w – функция перемещений.

$$k_x \approx \frac{\partial^2 F}{\partial x^2}, \quad k_y \approx \frac{\partial^2 F}{\partial y^2}, \quad (3)$$

$F = F(x, y)$ – уравнение срединной поверхности покрытия жесткой дорожной одежды, имеющей поперечный уклон от центра к краям,

Z – функция нагрузки,

r – характеристика, определяющая работу упругого основания на сжатие,

m – характеристика, определяющая работу упругого основания на сдвиг.

$$r = \frac{E_0}{1 - \nu_0} \int_0^H \Psi'^2 dz, \quad (4)$$

$$m = \frac{E_0}{4(1 - \nu_0)} \int_0^H \Psi^2 dz. \quad (5)$$

Где

$$E_0 = \frac{E_s}{1 - \nu_s}, \quad (6)$$

$$\nu_0 = \frac{\nu_s}{1 - \nu_s}, \quad (7)$$

E_0 и ν_s – соответственно приведенный модуль упругости и коэффициент Пуассона основания,

H – приведенная толщина основания,

$\Psi(z)$ – функция поперечного распределения перемещений:

$$\Psi(z) = \frac{\operatorname{sh} \gamma \frac{H - z}{a}}{\operatorname{sh} \gamma \frac{H}{a}}. \quad (8)$$

Где γ – коэффициент, характеризующий быстроту затухания осадок в глубине основания.

Объем покрытия жесткой дорожной одежды можно определить по формуле

$$V = \int_{-a}^a \int_{-b}^b h \sqrt{1 + \left(\frac{\partial F(x, y)}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial F(x, y)}{\partial y} \right)^2} dx dy. \quad (10)$$

Напряжения, возникающие в срединной поверхности покрытия жесткой дорожной одежды σ , могут быть описаны через систему (1) и балочные функции Z_x, Z_y [3, 6]:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{2} [(\sigma_1 + \sigma_2)^2]}, \quad (11)$$

где

$$\sigma_1 = \left| \frac{6}{h} DB \left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} Z_x Z_y + \nu \frac{\partial^2}{\partial y^2} Z_y Z_x \right) \right| + \left| A \frac{\partial^2}{\partial y^2} Z_y Z_x h \right| + \left| \frac{g}{(h)^2} DB \left(\frac{\partial^3}{\partial x^3} Z_x Z_y + \frac{\partial}{\partial x} Z_x \frac{\partial^2}{\partial y^2} Z_y \right) \right|, \quad (12)$$

$$\sigma_2 = \left| \frac{6}{h} DB \left(\nu \frac{\partial^2}{\partial x^2} Z_x Z_y + \frac{\partial^2}{\partial y^2} Z_y Z_x \right) \right| + \left| A \frac{\partial^2}{\partial x^2} Z_x Z_y h \right| + \left| \frac{g}{(h)^2} DB \left(\frac{\partial^3}{\partial y^3} Z_y Z_x + \frac{\partial}{\partial y} Z_y \frac{\partial^2}{\partial x^2} Z_x \right) \right| \quad (13)$$

D – жесткость конструкции покрытия дорожной одежды,

ν – коэффициент Пуассона материала покрытия,

g – отношение стрелы подъема конструкции покрытия к меньшему размеру в плане,

B – неизвестное метода Бубнова-Галеркина, получаемое решением уравнения (1).

Имея выражение для нахождения напряжений в срединной поверхности покрытия и его объема, можно поставить задачу определения оптимальной формы срединной поверхности и толщины:

$$\begin{cases} V(\xi, h) \rightarrow V_{\min}, \\ \sigma(\xi, t) - \sigma_0 \geq 0. \end{cases} \quad (14)$$

Результаты решения задач оптимизации показывают выявить значительный резерв экономии материала и уменьшения значений напряжений по сравнению с плоской конструкцией покрытия жесткой дорожной одежды и позволяют отыскать форму конструкции для конкретных условий эксплуатации.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ № МК-9203.2016.8

Список литературы

1. Андреев В.И. Напряженное состояние слоистого композита при нормальном отрыве. Часть 1 [Текст]: Андреев В.И., Турусов Р.А., Цыбин Н.Ю. // Научное обозрение. 2015. № 24. С. 98-101.
2. Кобелев Н.С. Исследование области потери устойчивости или прочности ортотропных пологих геометрически нелинейных оболочек на прямоугольном плане [Текст]: Н.С. Кобелев, Л.Ю. Ступишин, А.Г. Колесников // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. 2011. № 2. С. 36-40.
3. Ступишин Л.Ю. Восстановление несущей способности и эксплуатационных характеристик геометрически нелинейных пологих оболочек на прямоугольном плане [Текст]: Л.Ю. Ступишин, А.Г. Колесников // Промышленное и гражданское строительство. 2014. № 2. С. 51-53.
4. Ступишин Л.Ю. Исследование напряженно-деформированного состояния пологих геометрически нелинейных оболочек вращения [Текст]: Л.Ю. Ступишин, А.Г. Колесников, Т.А. Озерова // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. 2012. № 2-3. С. 232-235.
5. Ступишин Л.Ю. Исследование напряженно-деформированного состояния пологих геометрически нелинейных оболочек на круглом плане переменной формы при различных видах нагружения

[Текст]: Л.Ю. Ступишин, А.Г. Колесников, Т.А. Озерова // Промышленное и гражданское строительство. 2013. № 5. С. 33-34.

6. Трушин С.И. Разработка и оценка вычислительных алгоритмов исследования устойчивости нелинейно деформируемых оболочек [Текст]: Трушин С.И. Иванов А.С. // Строительная механика и расчет сооружений, 1991, №5, с.53-58

АКТИВАТОРЫ ПОВЕРХНОСТИ МИНЕРАЛЬНЫХ ПОРОШКОВ ИСПОЛЪЗУЕМЫХ В АСФАЛЬТОВЫХ БЕТОНАХ

Копылов В.Е.¹, Буренина О.Н.¹, Павлова Е.А.²

¹ФГБУН Институт проблем нефти и газа СО РАН

²ФГАОУ ВО Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова

Минеральный порошок в асфальтобетоне является активным наполнителем, образующий в смеси с битумом асфальтоявляющее вещество – дисперсную систему, которая, обволакивая более крупные минеральные составляющие асфальтобетона, соединяет их в монолит [7].

Роль минерального порошка состоит в том, чтобы структурировать битум за счет своей большой удельной поверхности, повысить плотность асфальтобетона и прочность сцепления битума с каменным материалом [2].

На данный момент имеется много работ, связанные с улучшением физико-механических свойств асфальтобетонов путем изменения параметров приготовления смеси, а также путем применения различных добавок.

Известно, что существенное усиление структурообразующей роли минерального порошка в асфальтобетоне, может быть достигнуто в результате физико-химической активации порошка. При этом, наибольший эффект наблюдается при комбинировании методов воздействия на минеральный порошок, т.е. применение физико-химической обработки совместно с механическим воздействием.

Тонкий слой высокоструктурированного активатора на поверхности зерен минерального порошка, получаемый в процессе активации, представляет собой структурно-механический барьер, который связан с поверхностью частиц порошка хемоадсорбционными связями. Данный барьер может выполнять следующие функции: облегчает смачивание дисперсных частиц порошка битумом; препятствует агрегированию частиц порошка, как в процессе хранения, так и в процессе производства асфальтового бетона; замедляет процесс старения асфальтового бетона благодаря снижению избирательной фильтрации компонентов битума в поры частиц минерального порошка; придает поверхности частиц порошка гидрофобные свойства. Таким образом, использование активированных минеральных порошков в составе асфальтобетона может оказать существенное влияние на его важнейшие структурно-механические свойства [4].

Применение активированного минерального порошка может значительно улучшить важнейшие эксплуатационные свойства асфальтобетона, определяющие его долговечность, а также снизить стоимость асфальтобетона, за счет уменьшения количества битума в смеси. Так, например, асфальтобетоны, содержащие активированный минеральный порошок, отличаются повышенной прочностью (особенно при высоких эксплуатационных температурах) плотностью, теплоустойчивостью, пониженной битумоемкостью и водопроницаемостью [5].

На сегодняшний день в качестве поверхностно-активных веществ для минеральных порошков применяются различные отходы промышленности: древесная смола хвойных пород, талловое масло, фусы, различные полимеры и т.д. При этом известно, что наибольший эффект от активации поверхности минеральных порошков можно получить применяя для этого материалы, позволяющие сблизить молекулярные свойства адсорбционного слоя и среды, которую должен наполнять порошок. Именно поэтому одними из лучших активаторов поверхности минеральных порошков являются вещества, являющиеся производными нефти [1, 6, 8-12], в том числе, нефтяные шламы.

Нефтяные шламы представляют собой отходы, которые получаются в процессе переработки нефти и нефтепродуктов, они являются сложными физико-химическими смесями, которые состоят из нефтепродуктов, механических примесей (глины, окислов металлов, песка) и воды. В упрощенном виде нефтяные шламы классифицируются в соответствии с условиями их образования – грунтовые (образовавшиеся в результате проливов нефтепродуктов на почву), придонные (образовавшиеся при

оседании нефтеразливов на дне водоемов) и резервуарного типа (образовавшиеся при хранении и транспортировке нефтепродуктов). Главной причиной образования резервуарных нефтешламов является физико-химическое взаимодействие нефтепродуктов в объеме конкретного нефтеприемного устройства с влагой, кислородом воздуха и механическими примесями, а также с материалом стенок резервуара [14].

Так, на одной из крупнейших нефтебаз на территории Республики Саха (Якутия) - Якутской нефтебазе - с резервуарным парком объемом более 323 тыс. м³ требуется его реконструкция и необходима утилизация нефтяных шламов, которые могут быть использованы при производстве строительных материалов.

Известны работы по применению нефтяных шламов в дорожном строительстве для активации поверхности минеральных заполнителей (песка и щебня), при производстве органоминеральных смесей на основе слабопрочных каменных материалов; при производстве цемента в составе цементного клинкера и т.д. Однако, применение нефтяных шламов при строительстве дорог общего пользования в условиях I-ой дорожно-климатической зоны не имеет достаточного освещения [3, 13, 15].

В дальнейших исследованиях будут затронуты вопросы изменения физико-механических характеристик минеральных порошков поверхность которых будет подвергнута активации нефтяными шламами, а также химических процессов, происходящих на поверхности зерен минеральных порошков.

Список литературы

1. Артемова А.В. Активированный минеральный порошок на основе металлургических шлаков и его роль в асфальтобетоне / А.В. Артемова // Леса России и хозяйство в них. 2009. – С. 85-91.
2. Богуславский, А.М. Асфальтобетонные покрытия. Учебн. пособие / А.М. Богуславский, Л.Г. Ефремов – М.: МАДИ, 1981. – 142 с.
3. Брехман А.И. Органоминеральные смеси на основе нефтяных шламов / Брехман А.И., Ильина О.Н., Трифонов А.А. // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета, 2010. - №1(13). – с. 264-267.
4. Гезенцев, Л.Б. Асфальтовый бетон из активированных минеральных материалов / Л.Б. Гезенцев – М.: Стройиздат, 1971. – 256 с.
5. Гезенцев, Л.Б. Дорожный асфальтобетон / Л.Б. Гезенцев, Н.В. Горелышев, А.М. Богуславский, И.В. Королев. Под. ред. Л.Б. Гезенцева – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1985. - 350 с.
6. Готовцев, В.М. Нанотехнологии в производстве асфальтобетона / В.М. Готовцев, А.Г. Шатунов // Фундаментальные исследования. 2013.- № 1.- С. 191–195.
7. Котлярский, Э.В. Строительно-технические свойства дорожного асфальтового бетона: учеб. пособие / Э.В. Котлярский. - М.: МАДИ (ГТУ), 2004.-192 с.
8. Лебедева К.Ю. Приготовление асфальтобетонной смеси на модифицированном полимерами минеральном порошке, температурный режим, концентрация полимера, количество минерального порошка в смеси // Научно-исследовательские публикации. 2015. - Т. 1. №1(21) – С. 87-91.
9. Пат. № 2194679, Российская Федерация. Активированный минеральный порошок / Щелков Ф.Л., Хазипов Р.З., Горбачев Н.Г., Косоренков Д.И., Лебедев И.Н. /заявл. 03.12.2014, опубл.10.12.1015.
10. Пат. № 2256628, Российская Федерация. Активированный минеральный порошок для асфальтобетонных смесей / Сергута А.М., Дымов С.А. /заявл. 22.04.2004, опубл.20.07.2005.
11. Пат. № 2570158С1, Российская Федерация. Активированный минеральный порошок для асфальтобетонных смесей / Шепелев И.И., Бочков Н.Н., Секирко А.А., Алгебраистова Н.К., Жижаев А.М. /заявл. 18.04.2001, опубл.20.12.2002.
12. Сергута, А.М. Технология получения и применения минеральных порошков, активированных лесохимическими реагентами, для строительства лесовозных автодорог: дис. ... канд техн.наук: 05.23.05.-Санкт-Петербург, 2005.- 167 с.
13. Турсумуратов М. Т. Использование шламов в дорожном строительстве / М. Т.

Турсумуратов, Ш. Х. Бекбулатов // ҚРҰИА хабаршысы = Вестник НИА РК – 2010. – № 1. – С. 108 – 115.

14. Хафизов А.Р. Переработка нефтешламов резервуарного типа / А.Р. Хафизов, А.А. Чипиги, Е.С. Ергер / Материалы IX Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых «Наука молодых – инновационному развитию АПК», 2016. – с.118-121.

15. Эйвазова А.Г. Нефтяной шлам и возможные области его использования / А.Г. Эйвазова, Р.М. Немеянова // XVIII Международная научно-практическая конференция «Современные техника и технологии», сборник трудов конференции, 2012. – с. 147-148.

КИРПИЧ ПО ТЕХНОЛОГИИ ГИПЕРПРЕССОВАНИЯ

Сапрыгина Ю.В., Потехин А.А., Тышкевич А. В., Андреев Е. А.

ЮРГПУ (НПИ) имени М.И. Платова, РФ, г. Новочеркасск

Гиперпрессованный кирпич относится скорее к группе материалов под общим названием "искусственные камни". С привычным кирпичом его роднит только форма и основной способ применения. В отличие от традиционного **керамического кирпича**, данный вид мелкоштучных изделий появился на рынке недавно. Его производство стало возможным с бурным развитием инновационных технологий изготовления строительных материалов. В недалёком будущем, при развитии массового выпуска и удешевлении процесса производства, кирпич гиперпрессованный способен занять нишу естественных каменных материалов и керамического кирпича. Известково-цементная смесь, применяемая для производства данного вида кирпича, включает: цемент высокой марки (8-15%), железистые пигменты (2-7%), а также основной вид сырья (85-92%): известняк-ракушечник, отбраковку от производства щебня, мрамор, тирсу, доломит, мергель, доменные шлаки, бой керамического кирпича, отходы от добычи, распила облицовочного камня, обогащения каменного угля, руды, т.д.

В основу производственной технологии положен принцип гиперпрессования, который включает в себя:

1. Измельчение сырьевого материала до фракций, не превышающих 3-5 мм.
2. Очистка и обработка.
3. Добавление измельченных фракций в бетон и их смешивание до образования однородной массы.
4. Прессование и формовка.
5. Выдержка готовой продукции в течение 3-7 суток.

Технология гиперпрессования подразумевает формование кирпичей из увлажнённой смеси сыпучих минеральных материалов под сверхвысоком давлением. Воздействие прессования провоцирует сильное взаимное трение частичек смеси, что приводит к их сцеплению друг с другом на молекулярном уровне, а не к простому слипанию. Этот процесс не требует воздействия высоких температур, в сравнении с обжигом того же глиняного кирпича. Данную методику полусухого прессования также именуют "холодной сваркой". Как следствие, гиперпрессованный кирпич имеет текстуру и характеристики (прочность, влаго-, морозостойкость) максимально близкие к натуральному камню.

Отформованные кирпичи изначально просушиваются в пропарочной камере либо на складе. Просушка обеспечивает набор изделиями частичной марочной прочности. Окончательные прочностные показатели кирпич набирает в кладке за месяц при плюсовых температурах. Данная технология позволяет производить изделия с высокоточными проектными размерами (диапазон отклонений 0,2 - 0,5 мм).

Стоит отметить, что пока не разработан государственный стандарт для гиперпрессованного кирпича. Его производят на основе технических условий к продукции, получаемой посредством гиперпрессования, а также согласно нормативов (размеры, назначение), существующих для керамического кирпича.

Рисунок 1. Гиперпрессованный кирпич



Кирпич гиперпрессованный классифицируется:

- по назначению: рядовой, лицевой;
- по конструкции: полнотелый, пустотелый;
- по форме: правильный параллелепипед, фигурный, "рваный камень".

Таблица 1. Размеры и вес гиперпрессованного кирпича

Вид	Пустотность	Размер, мм
гладкий, серый	полнотелый	120x250x65
гладкий, цветной		120x250x65
узкий, ложковый		60x250x56
ложковый		85x250x65
угловой		60x250x56
фигурный		120x250x65
гладкий	пустотелый	120x250x65
узкий, ложковый		60x250x56
фигурный		120x250x65

Размер гиперпрессованного кирпича:

- одинарный: 250×120×65 мм;
- узкий: 250×60×56 мм;
- ложковый: 250×85×65 мм.

Достаточно часто встречаются изделия, у которых длина 230 мм и толщина 65 мм сочетается с шириной 50, 56, 100, 107 мм.

Вес гиперпрессованного кирпича: 4,2 кг (для стандартного размера 250*120*65 мм).

Технические характеристики гиперпрессованного кирпича:

- прочность: 100-400 кг/см²;
- объёмный вес: 1900-2200 кг/м³;
- морозостойкость: до 300 циклов, F30-F300;
- теплопроводность: 0,43-0,9 Вт/(м·°C);
- водопоглощение: 3-7%;
- марки: M100 – M300;

- огнестойкость: группа НГ - негорючий.

Характеристики гиперпрессованного кирпича:

1. Устойчивость к разным агрессивным средам, различным климатическим воздействиям.
2. Высокие прочностные показатели, превосходящие аналогичные характеристики силикатных и керамических изделий.
3. Идеально гладкая поверхность, позволяющая вести быструю кладку кирпича и дающая экономию кладочного раствора, трудозатрат.
4. Отсутствие изломов и трещин.
5. Долговечность. Срока службы около 200 лет при сохранении эстетичного внешнего вида кладки.
6. Возможность любого вида механической обработки на стройплощадке.
7. Высокая прочность связывания гиперпрессованных изделий с цементным раствором, что обеспечивает высокую прочность кладки.
8. Круглогодичное выполнение кладки.
9. Относительная ценовая доступность.
10. Экологичность.

К преимуществам гиперпрессованного кирпича относятся:

1. отсутствие высоких затрат на обжиг;
2. использование при изготовлении отходов различных производств;
3. практически безотходное производство;
4. изготовление изделий с большим количеством различных фактур и расцветок;
5. применение при повышенной влажности и высоких температурах;
6. отсутствие ограничения этажности возводимых зданий;
7. возможность выполнения всех видов кладки, как основных конструктивных элементов, так и отделочных;
8. высокие декоративные качества;
9. возможность создания разнообразных свойств и характеристик;
10. малое количество отходов в процессе транспортировки и укладки.

К недостаткам гиперпрессованного кирпича относятся:

- относительно высокая стоимость;
- необходимость просушивания гиперпрессованных изделий перед кладкой (максимально возможное время);
- значительная нагрузка на фундамент, особенно при применении полнотелого кирпича.

Гиперпрессованный кирпич сегодня нередко применяется для обустройства фундаментов, несущих конструкций, цокольных этажей. Достаточно часто он используется для облицовки наружных, внутренних стеновых конструкций, колонн, фасадов, цоколей, заборов, декорирования оконных, дверных проёмов, беседок, каминов. Также, он весьма востребован в ландшафтном дизайне. Его декоративные свойства делают его практически неотличимым от натурального камня, но при этом стоимость их очень разнится. Им выкладывают различные дорожки, укрепляют клумбы и декорируют колонны. Это достигается благодаря цветовому разнообразию: изготавливается кирпич от нежного бежевого цвета до насыщенного черного. Чрезвычайно высокая прочность кладки даёт возможность выдерживать нормативные требования жилых, производственных, особых объектов, находящихся в зоне риска возможных оползней, землетрясений, взрывных волн, других природных, техногенных угроз.

Учитывая возможность использования вторсырья в современном мире, обеспокоенном проблемой экологии, и высокие декоративные и прочностные показатели, можно сделать вывод о развитии технологии гиперпрессования и массовом производстве такого вида кирпича. Необходима разработка ГОСТа для поддержания качества выпускаемой продукции и проведение дальнейших исследований для получения кирпича с определенными параметрами.

Список литературы

1. Кондратенко В.А., Следнев Д.В. Современная технология и оборудование для производства керамического кирпича полусухого прессования // Строительные материалы, № 2, 2003.
2. Шейнман Е.Ш. Производство керамических стеновых материалов и черепицы. Сушилки и печи. Кн. 2. - М.: 2002.

**СЕКЦИЯ №11.
ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ**

**СЕКЦИЯ №12.
ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ**

**СЕКЦИЯ №13.
ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

ПРОЕКТИРОВАНИЕ НОВЫХ ВИДОВ ОТДЕЛКИ ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Кирсанова Е.А.

Российский государственный университет им. А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)
г. Москва

Эволюция модных образов показывает приемы использования в одежде разных видов отделки, которая зачастую играет не только декоративную роль, являясь доминирующей частью композиции, но и служит основным формообразующим приемом [1, 9].

При проектировании новых видов отделки зачастую обращаются к архаичным технологиям как методам генерирования новых идей, а также используя приемы ассоциации, метафоры и аналогии, в частности на основе биомиметика [3]. Однако недостаточно используются методы комбинаторики и системный подход.

С целью проектирования новых видов отделки [7, 10]. совершенствуем технологические приемы образования отделки в рамках системного перехода моно - би - поли учитывая системные характеристики к которому относится: энергия, площадь, масса материала. При использовании такого подхода необходимо учесть, что отделка может быть расположена на определенном участке одежды.

Используя несколько полотен- n можно получать разные комбинации их соединения (рис.1):

Причем показанный вариант соединения материалов в пакет, может иметь и другие варианты:

$$(n_1 + n_2) + (n_3 + n_4)$$

$$n_1 + (n_2 + n_3) + n_4$$

$$n_1 + (n_2 + n_3) + n_4 + n_1$$

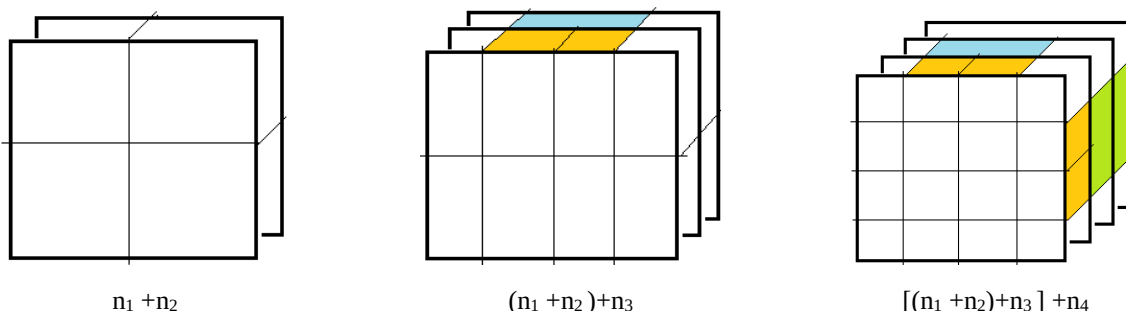


Рис.1. Комбинация соединения материалов

Приведенный пример показывает только возможность изменения последовательности соединения (связей) материалов. Связи могут быть выбраны в зависимости от того для каких целей проектируется отделка [2]. Так, в работах художника Benjamin Shine (Бенджамин Шайн) использован капроновый тюль, который укладывается в складки в соответствии с заданным объемом и прозрачностью и соединяется при нагревании утюгом [4].

Для совершенствования процесса проектирования можно воспользоваться фасетной классификацией [11]. При этом для решения задач проектирования отделки используем фасетный метод, который позволяет не

только изменять число признаков классификации, но варьировать последовательность их использования, тогда отделка детали: $ОД = \Phi_1, \Phi_2, \Phi_3,$ где Φ_n - признаки фасетной классификации.

Недостаточно изучен при проектировании отделки системный переход «прошлое-настоящее-будущее», то есть отделки должно быть трансформируемые но не по принципу «брюки превращаются...» она должна произрастать из технологических приемов ранее использованных технологий изготовления и развитию новых решений [7,8].

Например, самый простой вид отделки на изделии – цветок, может быть напечатан – вышит- затем использование аппликации. объемной вышивки, а самое используемое в настоящее время 3-D печать. А дальше? Используя законы развития технических систем и все возрастающую технологизацию легкой промышленности, можно продолжить эволюцию такой отделки- в частности при выборе волокон с памятью формы – при хранении в шкафу (в темноте и при температуре не выше 25°C цветок плоский, а при эксплуатации объемный, можно использовать эффект «мимозы» т.е. цветок при прикосновении сворачивается, или используя фотохромный материал меняет цвет и прозрачность. Линию продолжает использование разного вида и энергии – механической – электрической, магнитной и электромагнитной. С целью получения оптимальной системы-отделки были установлены основные требования, предъявляемые к материалам, входящим в систему [6]. Требования к основным материалам зависят от ожиданий потребителя (т.е. для какого ценового сегмента рынка изготовлено изделия) а также возможностей технологического исполнения. Анализируя показатели, характеризующие отделку как систему, можно сделать вывод, что для ее проектирования можно варьировать виды материалов, показатели их температурного расширения, преломления и отражения цвета, геометрические и упруго пластические свойства. Причем, предлагаемый подход позволяет в большей степени оттенить отличительные особенности фактуры материалов, так как используя системные преобразования, на основе методики балльных оценок эстетических свойств на стадии проектирования изделия планируют определенный вид конструктивно-декоративного решения модели изделия [5]. В зависимости от вида ОД и используемых материалов формируем заданные иерархические системы, причем для каждого иерархического уровня предложен свой фасетный код, на основе которого и стоим фасетную формулу. в связи с тем, что проектирование отделки осуществляется для швейного изделия, следует учесть надежность (устойчивость) полученных систем при эксплуатации. В зависимости от назначения изделия, требования к надежности отделки изменяются. поэтому один и тот же вид отделки может быть выполнен по разным технологическим требованиям. Поэтому необходимо выстраивать фасеты с возможностью из взаимозаменяемости, т.е. использовать определенные «ячейки», описывающие технологию, и таким образом в фасетную формулу дополнительно будут введены технологические ограничения.

Как ранее отмечалось, современные изделия все более персонифицированы, поэтому проектирование отделки, рассчитанное на то, что она может «сама приспособиться» к потребителю одежды – это важный фактор. Возможности системного подхода позволяют оперировать таким понятием как «обратная связь», или управляемость системы. Уже сейчас широко применяют различные сенсорные датчики в одежде, позволяющие изменять ее утилитарные характеристики- тепловое сопротивление, непромокаемость... Однако отделка, это все же более индивидуальный вариант. В этом случае, необходимо заложить в фасетный код, дополнительную функцию- «управляемость». Современный ассортимент материалов для одежды позволяет в полной мере использовать их функциональные свойства для достижения этой цели. Предлагается использовать: перемещение (линейное, поверхностное, объемное), трансформацию с изменением функции, регенерирование (набор разнородных одноразовых элементов), принцип однородности, т.е. материал отделки подстраивается под основной материал, приобретая необходимый цвет и фактуру.

Таким образом, для проектирования современных видов отделки предложено использовать принцип системного подхода не только к материалам, но и к этапам проектирования и изготовления одежды.

Список литературы

1. Белгородский В. С. Зеленова Ю. И. Традиции как основа для инноваций в художественном проектировании костюма(на примере кружевоплетения)// [Дизайн и технологии](#). 2016. № 59(101). С. 14-21.
2. Демская А.А., Кирсанова Е.А., Вершинина А.В., Чаленко Е.А. Влияние свойств материалов

и методов технологической обработки на формирование эстетического восприятия швейных изделий // [Дизайн и технологии](#). 2016. № 53 (95). С. 51-56.

3. Ёжикова Е.Л. [Традиционные и современные способы отделки и декорирования текстильных материалов](#) // В сб: [Результаты современных научных исследований и разработок](#). Сборник статей победителей II Международной научно-практической конференции. 2017. С. 61-63.

4. Картины художника Benjamin Shine (Бенджамин Шайн)
<http://www.liveinternet.ru/users/5592019/post393484421/>

5. Квасова А.А., Кирсанова Е.А. [Методика оценки свойств материалов для создания базы данных при проектировании швейных изделий разных ценовых групп](#) // [Дизайн и технологии](#). 2014. № 43 (85). С. 20-25.

6. Кирсанова Е.А. [Многокомпонентные системы современных материалов для отделки швейных изделий](#) // [Дизайн и технологии](#). 2009. № 13 (55). С. 84-89.

7. Кирсанова Е.А. [Прогнозирование структуры и свойств текстильных материалов для создания одежды заданной формы- \(монография\)](#) - Московский государственный университет дизайна и технологии. Москва, 2005.

8. Кирсанова Е.А., Державин Э.В. [Трансдисциплинарный подход и системный анализ в материаловедческих исследованиях](#) // [Дизайн и технологии](#). 2013. № 38 (80). С. 63-68.

9. Кирсанова Е.А., Звягинцев С.В. [Дизайн отделки швейных изделий \(монография\)](#) М.ИИЦ МГУДТ -Москва, 2008.-192 с.

10. Кирсанова Е.А., Чаленко Е.А. [Моделирование свойств материалов легкой промышленности в зависимости от формы изделий](#) // В сборнике: [Актуальные направления фундаментальных и прикладных исследований](#) Материалы VIII международной научно-практической конференции. 2016. С. 62-65.

11. Павлов М.А., Кирсанова Е.А. Разработка фасетной классификации материалов. // В сборнике: Материалы докладов 48 Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов, посвященной 50-летию университета в 2 т.. Витебский государственный технологический университет. 2015. С. 341-342.

СЕКЦИЯ №14.

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, РАДИОТЕХНИКА

УСЛОВИЯ, СРЕДСТВА И МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ОКСИДА УГЛЕРОДА В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ САНКТ – ПЕТЕРБУРГА

Волкодаева М.В., Кузнецов В.А.

(Волкодаева М.В., ФГБОУВО «Санкт-Петербургский горный университет»,

Кузнецов В.А., ГГУП «СФ «Минерал», г. Санкт – Петербург)

Оксид углерода (СО) – это хорошо известный загрязнитель атмосферного воздуха, который образуется при сгорании органических видов топлива (бензин, газы, взрывчатые вещества и т.д.). Избыток данного компонента в атмосфере оказывает негативное воздействие на здоровье населения. В связи с этим, появилась необходимость измерять данное загрязняющее вещество.

Газоанализатор - это аппаратура, которая обеспечивает качественное и/или количественное определение (измерение содержания) веществ на основе их химических или физических свойств.

Измерение СО входит в автоматизированную систему мониторинга атмосферы (АСМ) Санкт-Петербурга и осуществляется на газоанализаторах HORIBA APMA-370 (Япония) и THERMO ELECTRON 48C (США). Газоанализаторы измеряют массовую концентрацию оксида углерода во всех районах города и входят в состав станций мониторинга атмосферного воздуха.

Рассматриваемые газоанализаторы по своим функциям и характеристикам идентичны (см. табл. 1). Различие приборов заключается в том, что в японском анализаторе используется модуляция с помощью соленоидного клапана. Фиксированное количество анализируемого и нулевого газа поочередно подается в измерительную камеру. При использовании метода перекрестного модулирования, если состав анализируемого газа совпадает с нулевым, модулированный сигнал отсутствует. Такой эффект является

существенным преимуществом, так как, даже при анализе образцов газа с очень малыми концентрациями, смещение нуля практически отсутствует [7].

Измерительный канал	Анализатор	Диапазон измерений		Пределы допускаемой основной погрешности	
		млн ⁻¹ (ppm)	мг/м ³	Приведенной %	Относительной %
Оксид Углерода (CO)	THERMO ELECTRON 48C	0-1,0 св. 1,0-50	0-1,2 св. 1,2-60	±20 -	- ±20
	HORIBA APMA-370	0-1,0 св. 1,0-50	0-1,2 св. 1,2-60	±20 -	- ±20

Табл. 1 Технические характеристики газоанализаторов

Метрологические характеристики анализируемых приборов практически одинаковы, исключением является тот факт, что THERMO ELECTRON 48C может работать при чуть более высоких температурах (45°C) окружающей среды, нежели HORIBA APMA-370 (40°C). (см. табл. 2). Согласно [7] и [8], оба прибора разогреваются примерно 45 – 55 минут.

№	Модель анализатора	Диапазон рабочих температур (°C)	Время прогрева анализатора при первом запуске (мин.)	Характеристики хранения (°C)
1	THERMO ELECTRON 48C	От 5 до 45	Не менее 30	-10 – 60
2	HORIBA APMA-370	От 5 до 40	Не более 180	-10 – 60

Табл. 2 Метрологические характеристики газоанализаторов

Анализаторы позволяют избежать сложной процедуры настройки оптического оборудования и обеспечивают стабильные и высокочувствительные измерения. Модели THERMO ELECTRON 48C и HORIBA APMA-370 обладают следующими характеристиками:

- Многострочный буквенно-цифровой дисплей;
- Программное обеспечение;
- Диапазоны, программируемые в полевых условиях;
- Режим двойного диапазона;
- Режим автоматического диапазона;
- Множественные аналоговые выходы;
- Высокая чувствительность;
- Быстрое реагирование;
- Линейность во всех диапазонах;
- Высокая специфичность по отношению к CO;
- Самонастраивающаяся оптика;
- Автоматическая коррекция температуры и давления;
- Thermo Electron 48C одобрен (Агентством по защите окружающей среды США);
- Horiba APMA-370 прошел экспертизу соответствия в ФГБУ «Главная геофизическая обсерватория им. А. И. Воейкова».

Для определения массовых концентраций оксида углерода (CO) используется оптический метод измерений. В его основе лежит принцип поглощения оксидом углерода инфракрасного излучения с максимумом на длине волны 4,67 мкм.

Метод рассчитан на проведение непрерывных измерений массовых концентраций оксида углерода в автоматическом режиме с интервалом осреднения – 20 мин. Далее данные отправляются на сервер для автоматической обработки, откуда обработанные результаты попадают в целостную базу хранения данных, после чего уже становятся доступными для пользователей и конечной обработки [4].

При выполнении измерений массовой концентрации оксида углерода соблюдают требования безопасности, изложенные в документах по эксплуатации газоанализаторов, а также в паспортах на используемые при градуировке газовых смесей и источников микро потоков веществ.

Согласно [8] и [9] приборы не должны подвергаться воздействию прямых солнечных лучей, горячего воздуха калориферов (тепловентиляторов) и сквозняков от установок кондиционирования воздуха. Так же они не должны подвергаться большой вибрации и воздействию сильных электрических и магнитных полей.

Прежде чем приступить к измерениям, следует выбрать и оборудовать место для работы газоанализатора. Длина прямолинейного участка газохода, на котором выбирается место для измерительного сечения, должна составлять не менее 4-5 эквивалентных диаметров поперечного сечения газохода. При этом отрезок прямого участка газохода до измерительного сечения должен быть длиннее отрезка за измерительным сечением в соотношении 3:1. Отбор проб должен проводиться в зонах, где уже завершены процессы горения, связывания окислов серы летучей золой и очистка дымовых газов от твердых частиц (зола угля). Так же должен проводиться в зонах, где нет присосов воздуха, так как это приводит к разбавлению пробы, повышению неравномерности поля концентраций измеряемых компонентов, снижает достоверность отобранной пробы.

Измеряют массовую концентрацию СО согласно [5].

Значение массовой концентрации исследуемого газа, измеряемое газоанализаторами, автоматически приводится к нормальным условиям (0°C, 760 мм рт.ст.) с использованием коэффициента, равного 1,074 (учитывается отличие объема газа при 20°C градуировки и при 0°C).

Для установления надежности результатов определения концентраций оксида углерода в воздухе города и оценки возможной погрешности измерений проводится регулярный критический контроль исходных данных. Критический контроль позволяет выявить сомнительную информацию и определить достоверность средних и максимальных характеристик на определенном уровне значимости [1].

Итак, были рассмотрены методы, средства и условия измерения оксида углерода на двух газоанализаторах в атмосферном воздухе, которые являются наиболее популярными в Санкт – Петербурге.

Зная принцип действия того или иного прибора, можно всегда оценить условия его работы и особенности применения, возможность его использования для решения конкретной измерительной задачи, потенциальные достоинства и недостатки данного типа средств измерения [10].

Список литературы

1. ГОСТ 17.2.3.02-2014 «Правила установления допустимых выбросов загрязняющих веществ промышленными предприятиями» Дата введения 2015-07-01.
2. «Методика выполнения измерений массовой концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе с помощью станций автоматизированной системы контроля и управления качеством атмосферного воздуха (АСУ КВ) Санкт-Петербурга», аттестованному ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева. Свидетельство №242/89 от 26.05.2005
3. «Методические рекомендации по обеспечению качества измерений при осуществлении мониторинга атмосферного воздуха», утвержденные приказом Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности 09.11.2010 №288-ОС.
4. Распоряжение комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности «Об автоматизированной системе мониторинга атмосферного воздуха Санкт – Петербурга» от 18 ноября 2008 « 141 – р.
5. РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы» (Часть I (разделы 1-5)), Москва 1991.
6. ФЗ от 26.06.2008 № 102 «Об обеспечении единства измерений».
7. [Электронный ресурс]. URL <http://horibalab.ru/atmosfernyj-vozdukh/apma-370-gazoanalizator-monooksida-ugleroda.html> (дата обращения 04.07.2017).
8. [Электронный ресурс]. URL http://horiba.nt-rt.ru/images/manuals/TH_gazoanaliz_uglerod_apma.pdf html (дата обращения 04.07.2017).
9. [Электронный ресурс]. URL <https://www3.epa.gov/ttnamti1/files/ambient/pm25/spec/48CTLECOSOP.pdf>
10. [Электронный ресурс]. URL <http://www.tstu.ru/book/elib/pdf/2014/divin.pdf> (дата обращения 04.07.2017).

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ ОАО «КАШИНСКИЙ ЗАВОД ЭЛЕКТРОАППАРАТУРЫ»

Питке А.А., Воейко О.А.

ГБОУ ВО МО «Технологический университет», Королев

Высокий уровень качества производственного процесса и его оптимизации напрямую зависит от способа изготовления и сборки изделий, а также осуществлении всех требований технических правил, норм и технических условий. Значительное влияние на высокое качество продукции имеет квалификация, навыки и знания инженерно-технического персонала и рабочих, а также качество исходных материалов и соблюдение требований всех нормативных документов. Следовательно, оптимизация самого технологического процесса является актуальной и приведет к улучшению качества готовой продукции.

Большое внимание на предприятии ОАО «Кашинский завод электроаппаратуры» уделяется повышению качества выпускаемой продукции. В декабре 2003 года внедренная система менеджмента качества сертифицирована на соответствие требованиям ГОСТ Р ИСО 9001-2001 [1], сертификат № РОСС RU.ИК20.К00006.

В настоящее время потребителями продукции являются около 1500 предприятий и организаций практически во всех регионах России и странах ближнего и дальнего зарубежья. Кроме того, доля продукции, освоенной на предприятии в 2000-е годы, составляет 42%. Это высокий показатель, свидетельствующий о высокой стабильности предприятия, его конкурентоспособности и умении выживать не только в условиях рыночной экономики, но и в условиях кризиса. [2]

В промышленности, гражданском и коммерческом строительстве, задачи, которые связаны с пуском и остановкой электродвигателей, а также с дистанционным управлением электрическими цепями, возложены на контакторы и магнитные пускатели. Данные устройства применяются там, где необходимы частые пуски либо коммутация электрических устройств с большими токами нагрузки. Контакторы и пускатели являются одним из основных видов продукции завода. Контакторы и пускатели электромагнитные предназначены для применения главным образом в стационарных установках для дистанционного пуска непосредственным подключением к сети, остановки и реверсирования трехфазных асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором при напряжении до 660 В переменного тока частотой 50 и 60 Гц.

В настоящее время производство изделий на ОАО «Кашинский завод электроаппаратуры» начинается только после получения заказа на сборку необходимого изделия. Процесс сборки каждой детали на производстве происходит последовательным способом, т.е. каждая составная часть: система магнитная, камера, блок контактный, траверса, контакты, якорь, катушки, сердечник и т.д. собираются поочередно разными цехами. После сборки каждая деталь проходит проверку качества. В результате последовательной сборки на выходе получается готовое изделие и отправляется на склад готовой продукции.

Подобный тип сборки занимает много времени (минимальное время на сборку и монтаж партии из 100 контакторов 3 месяца) и является не оптимизированным, т.к. пока не закончится изготовление и сборка одной заготовки, цех не приступает к следующей [3].

Предложение по улучшению технологического процесса состоит в следующем - необходимо изменить последовательность сборки пускателей и вновь осваиваемых контакторов следующим образом (рис. 1):

1. Сборку камеры изделий производить по существующей технологии и чертежам;
2. Систему магнитную собирать без включающих катушек;
3. Последующие операции сборки, регулировки и т.д. производить под конкретный заказ.

Преимущество предложенной последовательности сборки перед существующей в следующем:

1. При сформированном запасе (рассчитанном, например, исходя из среднемесячной потребности за последние несколько месяцев в конкретных исполнениях пускателей и контакторов) камер пускателей (контакторов), магнитных систем и включающих катушек можно выполнить заказ за более короткий срок, собрав нужное исполнение из уже имеющихся сборочных

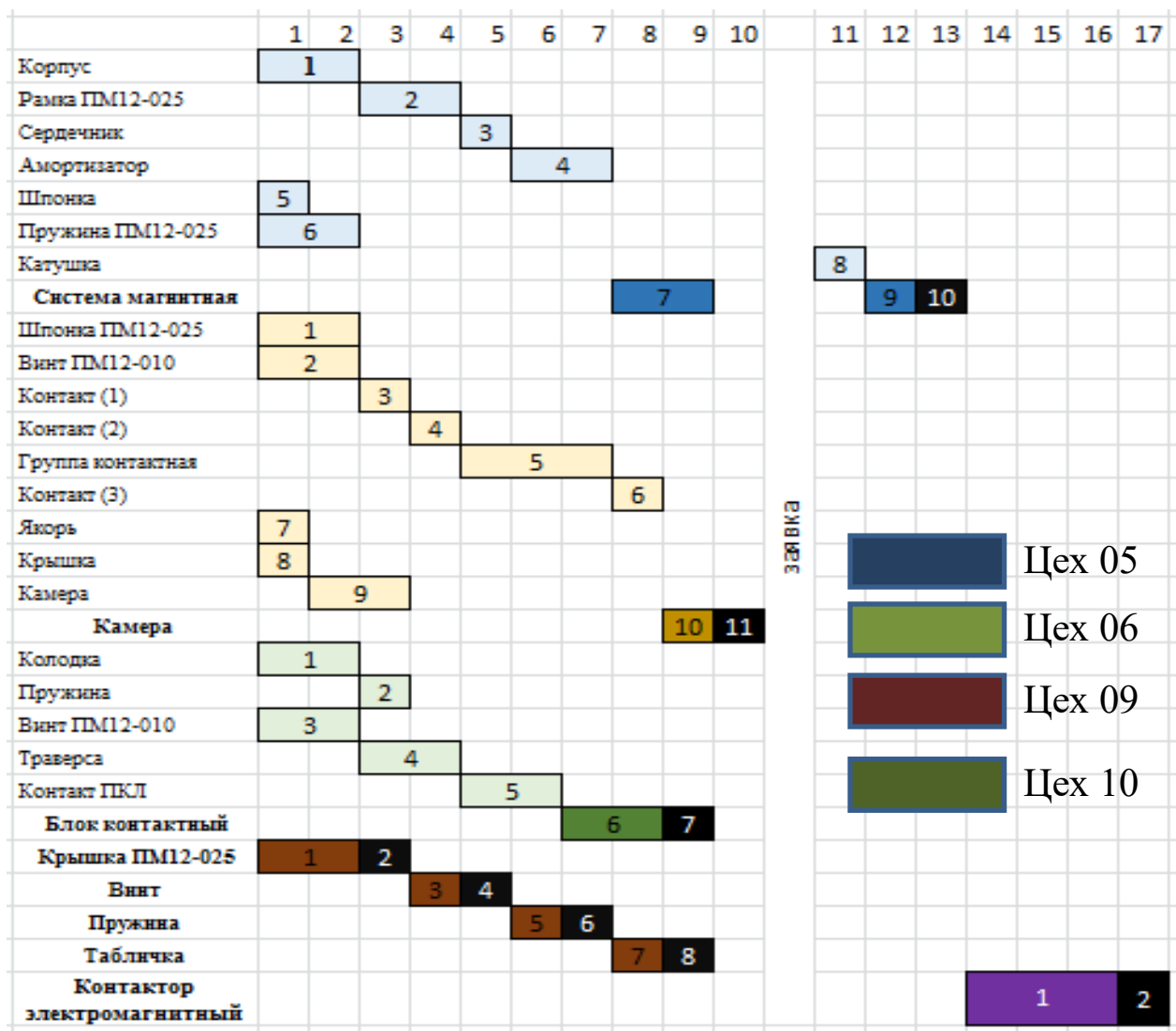


Рисунок 1. График Ганта для параллельного способа сборки

единиц и, произведя необходимые операции маркировки и контроля всего изделия в целом; отпадает необходимость в изготовлении партии изделий, оптимальной для производства, т.е. средства предприятия не лежат мертвым грузом на складе, а могут быть использованы на другие нужды.

2. Уменьшается количество внутризаводской номенклатуры – сейчас каждый приведенный пускатель (контактор) имеет порядка 70 исполнений магнитной системы в нереверсивном исполнении и столько же в реверсивном, а при предложенном подходе количество исполнений равно трем нереверсивным и трем реверсивным.

3. Существенно упрощается процедура подсчета себестоимости каждого конкретного исполнения изделия – нет необходимости обсчитывать каждое такое исполнение изделия, достаточно подсчитать себестоимость изготовления камер, систем магнитных, включающих катушек и последующих операций сборки. Для сравнения возьмем тот же ПМ12К-016 в нереверсивном исполнении получим: 32 исполнения камер, 3 исполнения системы магнитной, 25 исполнений включающих катушек, плюс себестоимость последующих операций, т.е. всего получаем 61 исполнение различных составляющих себестоимости конечного изделия.

После внедрения параллельного способа сборки изделий производство будет выглядеть следующим образом (рис. 2):

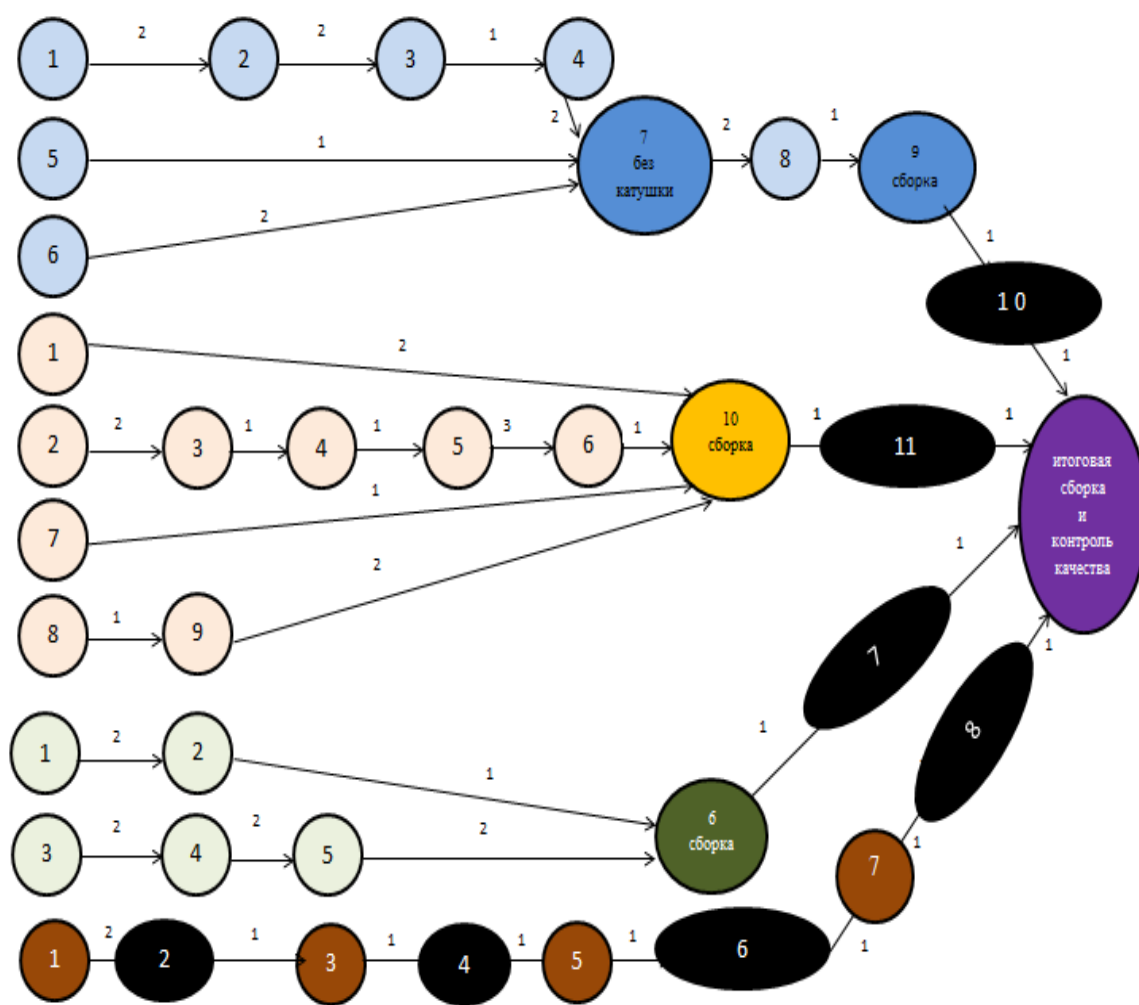


Рисунок 2. Сетевой график производства контактора

1. Цех №10 отвечает за сборку и изготовление корпуса, рамки ПМ12-025, сердечника, катушки, амортизатора, шпонки и пружины; после чего будет происходить сборка системы магнитной.
2. цех №6 отвечает за сборку шпонки ПМ12-025, винта ПМ12-010, контакта(1), якоря, контакта(2), группы контактной, контакта (3), крышки и камеры; после чего происходит сборка камеры.
3. цех №5 отвечает за сборку колодки, пружины, винта Пм12-010, траверсы и контакта ПКЛ; после чего происходит сборка блока контактного.
4. на заключительном этапе берутся детали: крышка ПМ12-025, система магнитная, камера, блок контактный, пружина, табличка и винты; и происходит сборка контактора электромагнитного.

Итак, в результате количество дней необходимых для сборки изделия сократится втрое с 53 дней до 17.

Список литературы

1. ГОСТ Р ИСО 9001-2001 «Системы менеджмента качества. Требования», 26 с.
2. Питке А.А., Воейко О.А. Требования к метрологическому контролю качества продукции, применяемые на ОАО «Кашинский завод электроаппаратуры» Перспективы развития технологий обработки и оборудования в машиностроении [Текст]: сборник научных статей 2-й Международной научно-практической конференции (16-17 февраля 2017 года): Юго-Зап. гос. ун-т, Курск: ЗАО «Университетская книга», 2017, с. 204-209, ISBN 978-5-9906195-4-8
3. Питке А.А., Воейко О.А. Требования к метрологическому контролю, применяемые на ОАО «Кашинский завод электроаппаратуры». Новшества в области технических наук» Сборник научных трудов по итогам международной научно-технической конференции №1: Тюмень, 2016, с. 51-53.

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ДВУХФАЗНОГО ТОКА

Белоусов А.С., Головин А.Ю., Кокорев А.В., Муравьев А.А.

ФГБОУ ВО «ЛПГУ», г. Липецк

В различных отраслях промышленности и народного хозяйства встречаются задачи, решить которые помогает использование двухфазных асинхронных электродвигателей. К таким задачам прежде всего относится разработка систем электропривода с высокой перегрузочной способностью.

Дело в том, что если в статоре трехфазной электрической машины разместить обмотки двухфазной сети, то число полюсов статора, приходящееся на одну фазу, увеличится при одинаково занимаемом пространстве. Число пар полюсов прямо пропорционально электромеханическому моменту двигателя и обратно пропорционально его частоте вращения. Таким образом, двухфазный двигатель способен выдерживать больший момент нагрузки на низких скоростях, нежели трехфазный.

В то же время двухфазная электрическая сеть имеет существенный недостаток: в отличие от трехфазной сети здесь требуется не три проводника, а четыре. Именно этот фактор вытеснил двухфазные линии в пользу трехфазных. Однако в некоторых системах управления двухфазные устройства применяются до сих пор. Питание таких машин должно осуществляться от трехфазной сети через преобразователи. Но в настоящее время массовый выпуск таких преобразователей отсутствует, двухфазное напряжение получают либо путем соединения однофазных трансформаторов по схеме Скотта, либо использованием двух однофазных инверторов. Оба эти способа требуют установку дополнительного дорогостоящего оборудования, что значительно снижает экономический эффект от использования двухфазных машин.

В данной работе стоит цель создания схемы подключения двухфазной машины к типовому трехфазному инвертору напряжения и принципиально нового алгоритма управления этим инвертором.

Разработанная схема, обеспечивающая подключение двухфазного электродвигателя к типовому трехфазному инвертору напряжения, показана на рисунке 1. При этом из среднего плеча инвертора выходят два проводника, подключающиеся к началу одной и к концу второй обмотки двигателя.

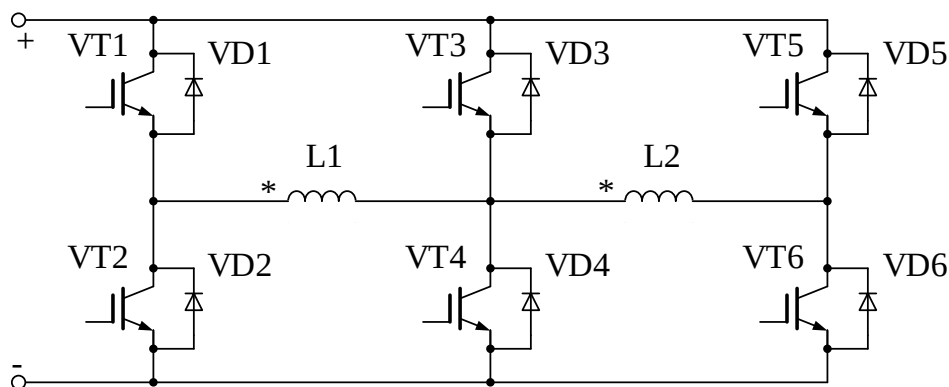


Рисунок 1 – Инвертор напряжения двухфазного двигателя

Форма графика тока в двух обмотках двухфазного двигателя (рисунок 2) представляет собой две синусоиды, сдвинутые относительно друг друга на 90 электрических градусов [1]. В одном периоде графика выделяются четыре участка: $I_1 \geq 0$ & $I_2 < 0$; $I_1 \geq 0$ & $I_2 \geq 0$; $I_1 < 0$ & $I_2 \geq 0$; $I_1 < 0$ & $I_2 < 0$ [2].

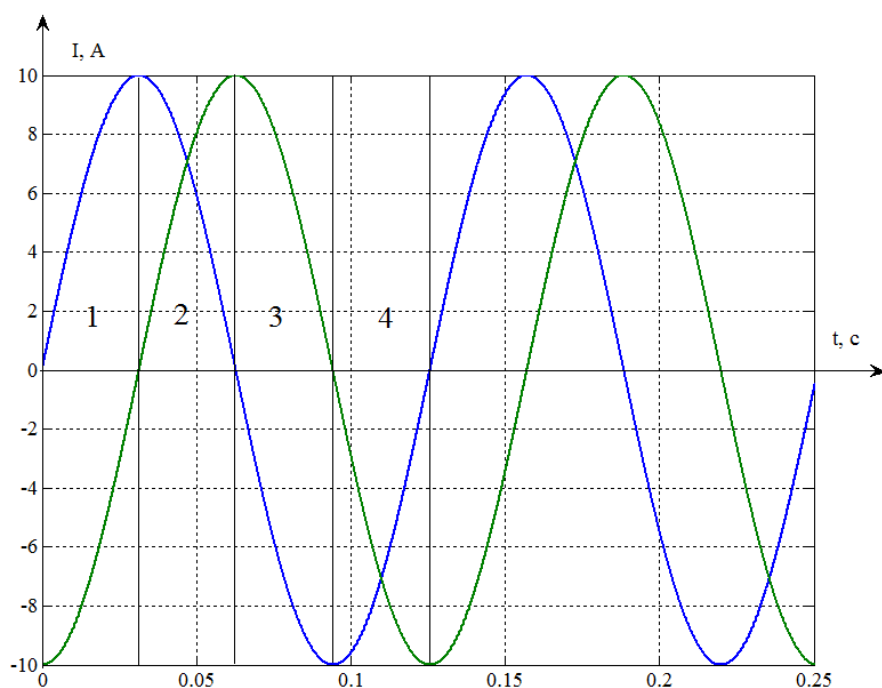


Рисунок 2 – Идеальная форма двухфазного тока

Данный график должен подаваться в качестве сигнала задания на систему управления инвертором разрабатываемого преобразователя. Для этого на каждом из указанных участков должны формироваться разные комбинации состояний ключей (IGBT-транзисторов) с целью наведения требуемых контуров тока на обмотках двигателя.

Ранее, в зарубежных изданиях были опубликованы статьи о возможности создания подобных инверторов двухфазного тока на базе матричных преобразователей [3] и систем управления с широтно-импульсной модуляцией [4]. Однако, в исследуемой системе более важным параметром является форма тока, а не напряжения, а потому в рамках данной работы было отдано предпочтение разработке системы управления с релейным регулятором тока.

На первом участке контур протекания тока должен обеспечивать прохождение током первой катушки в положительном направлении, а второй – в отрицательном. Как видно из рисунка 1 этот контур “+”-((VT1-L1)&(VT5-L2))-VT4-“-”. В соответствии с описанным принципом релейного управления при выходе из диапазона тока первой обмотки транзистор VT1 должен закрыться, а ток на первой катушке будет протекать по замкнутому контуру L1-VT4-VD2. Наведенная прежде ЭДС первой катушки будет уменьшаться, пока ток не достигнет противоположной границы гистерезисной зоны, после чего произойдет включение VT1. Аналогично в подобных случаях на второй катушке наводится контур L2-VT4-VD6.

По правилам коммутации вентилей (см. [5]) определяются контуры тока для работы инвертора на остальных участках. На каждом из них несколько ключей могут быть всегда открыты или закрыты, а остальные переключаться независимо друг от друга по функции гистерезиса от тока одной из фаз. Определенные контуры тока сведены в таблицу 1. В случае наведения параллельных ветвей используются символы конъюнкции (...&...).

Таблица 1 – Возможные варианты контуров тока

Участок	Положение сигнала в гистерезисной зоне	Контур тока
$I_1 \geq 0$, $I_2 < 0$	I_1 растет, I_2 уменьшается	“+”-((VT1-L1)&(VT5-L2))-VT4-“-”
	I_1 уменьшается, I_2 уменьшается	“+”-VT5-L2-VT4-“-” & L1-VT4-VD2-L1
	I_1 уменьшается, I_2 растет	“+”-VT1-L1-VT4-“-” & L2-VT4-VD6-L2
	I_1 растет, I_2 растет	L1-VT4-VD2-L1 & L2-VT4-VD6-L2
$I_1 \geq 0$, $I_2 \geq 0$	I_1 растет, I_2 растет	“+”-((VT1-L1)&VT3)-L2-VT6-“-”
	I_1 уменьшается, I_2 растет	“+”-VT3-L2-VT6-“-” & L1-VT6-VD2-L1
	I_1 уменьшается, I_2 уменьшается	L1-VT6-VD2-L1 & L2-VD5-VT1-L1-L2
	I_1 растет, I_2 уменьшается	“+”-VT1-L1-VT4-“-” & L2-VD5-VT1-L1-L2

$I_1 < 0,$ $I_2 \geq 0$	I_1 уменьшается, I_2 растет	“+”-VT3-((L1-VT2)&(L2-VT6))-“-”
	I_1 растет, I_2 растет	“+”-VT3-L2-VT6-“-” & L1-VD1-VT3-L1
	I_1 растет, I_2 уменьшается	L1-VD1-VT3-L1 & L2-VD5-VT3-L2
	I_1 уменьшается, I_2 уменьшается	“+”-VT3-L1-VT2-“-” & L2-VD5-VT3-L2
$I_1 < 0,$ $I_2 < 0$	I_1 уменьшается, I_2 уменьшается	“+”-((VT5-L2)&VT3)-L1-VT2-“-”
	I_1 растет, I_2 уменьшается	“+”-VT5-L2-VT4-“-” & L1-VD1-VT5-L2-L1
	I_1 растет, I_2 растет	L1-VD1-VT5-L2-L1 & L2-VT2-VD6-L2
	I_1 уменьшается, I_2 растет	“+”-VT3-L1-VT2-“-” & L2-VT2-VD6-L2

Таким образом, в системе управления по сигналу задания должен определяться номер участка периода в текущий момент, а затем выработанные для данного участка сигналы управления должны поступать на транзисторы. Так, на некоторые ключи всегда будут подаваться логические «0» или «1», а состояния остальных будут определяться гистерезисными регуляторами первой или второй синусоиды.

Схема, обеспечивающая создание сигналов управления в соответствии с разработанным алгоритмом, может быть создана на логических элементах на базе микросхем или свободно выбираемых блоков контроллера. При этом потребуются две пары компаратора, выполняющих определение текущего участка периода, а также логические элементы «И» и «НЕ», обеспечивающие блокировки от одновременного включения транзисторов одного плеча.

Разработанный алгоритм обеспечивает наведение токов в обмотках двигателя, повторяющих форму требуемой двухфазной сети, при этом были использованы трехфазный инвертор и типовые логические элементы. Поставленная задача выполнена.

Список литературы

1. Do-Hyun Jang, Duck-Yong Yoon. Space-vector PWM technique for two-phase inverter-fed two-phase induction motors // Industry Applications. – IEEE Transactions on, vol.39, no.2. – 2003. – pp. 542 – 549. – URL.: <http://ieeexplore.ieee.org/document/1189233/> (дата обр. 29.06.2017).
2. Vaddy Ramesh, Anjappa P., Reddy Swathi K., Lokeswar Reddy R., Sambasivarao B. Space Vector Pulse Width Modulation (SVPWM) Using Two Leg Inverter for Split-Phase Induction Motor // International Journal of Scientific & Engineering Research, Volume 5, Issue 5. – 2014. – pp. 660 – 664. – URL: <https://www.ijser.org/researchpaper/Space-Vector-Pulse-Width-Modulation-SVPWM-Using-Two-Leg-Inverter-for-Split-Phase-Induction-Motor.pdf> (дата обр. 29.06.2017).
3. Tomaselli L.C., Lazzarin T.B., Martins D.C., Barbi I. Application of the Vector Modulation in the Symmetrical Two-Phase Induction Machine Drive // Power Electronics Specialists Conference. – 2005. – pp. 1253 – 1258. – URL: <http://studylib.net/doc/18524239/space-vector-pwm-for-two-phase-inverter-in-matlab-simulink> (дата обр. 29.06.2017).
4. Ferkova Z., Kanuch J. Two-Phase Asynchronous Motor - Simulation and Measurement // Zeszyty problemowe – Maszyny Elektryczne Nr 100. – 2013. – pp. 25 – 30. – URL: http://www.komel.katowice.pl/ZRODLA/FULL/100b/ref_06.pdf (дата обр. 29.06.2017).
5. Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием [Текст]: учебник для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 272 с.

СЕКЦИЯ №16.

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ

СЕКЦИЯ №17.

ИНЖИНИРИНГОВЫЕ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ПЛАТФОРМЫ

СЕКЦИЯ №18.

**ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И МЕНЕДЖМЕНТ,
СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ**

СЕКЦИЯ №19.

НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ

СЕКЦИЯ №20.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

СЕКЦИЯ №21.

МЕТОДОЛОГИЯ И ФИЛОСОФИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ

ПЛАН КОНФЕРЕНЦИЙ НА 2017 ГОД

Январь 2017г.

II Международная научно-практическая конференция «Инновационные внедрения в области технических наук» (г. Москва)

Прием статей для публикации: до 15 января 2017г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 15 февраля 2017г.

Февраль 2017г.

II Международная научно-практическая конференция «Перспективы и технологии развития в области технических наук» (г. Нижний Новгород)

Прием статей для публикации: до 15 февраля 2017г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 15 марта 2017г.

Март 2017г.

II Международная научно-практическая конференция «Новации в области технических наук» (г. Рязань)

Прием статей для публикации: до 15 марта 2017г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 15 апреля 2017г.

Апрель 2017г.

II Международная научно-практическая конференция «Научные исследования в области технических наук» (г. Саратов)

Прием статей для публикации: до 15 апреля 2017г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 15 мая 2017г.

Май 2017г.

II Международная научно-практическая конференция «Приоритетные задачи и стратегии развития технических наук», (г. Тольятти)

Прием статей для публикации: до 15 мая 2017г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 15 июня 2017г.

Июнь 2017г.

II Международная научно-практическая конференция «Новейшие достижения и успехи развития технических наук» (г. Краснодар)

Прием статей для публикации: до 15 июня 2017г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 15 июля 2017г.

Июль 2017г.

II Международная научно-практическая конференция «Технические науки: современный взгляд на изучение актуальных проблем» (г. Астрахань)

Прием статей для публикации: до 15 июля 2017г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 15 августа 2017г.

Август 2017г.

II Международная научно-практическая конференция «Инновационные технологии в области технических наук» (г. Хабаровск)

Прием статей для публикации: до 15 августа 2017г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 15 сентября 2017г.

Сентябрь 2017г.

II Международная научно-практическая конференция «Современные достижения и разработки в области технических наук» (г. Оренбург)

Прием статей для публикации: до 15 сентября 2017г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 15 октября 2017г.

Октябрь 2017г.

II Международная научно-практическая конференция «Технические науки: от вопросов к решениям» (г. Томск)

Прием статей для публикации: до 15 октября 2017г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 15 ноября 2017г.

Ноябрь 2017г.

II Международная научно-практическая конференция «Технические науки: научные приоритеты учёных» (г. Пермь)

Прием статей для публикации: до 15 ноября 2017г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 15 декабря 2017г.

Декабрь 2017г.

II Международная научно-практическая конференция «Новшества в области технических наук» (г. Тюмень)

Прием статей для публикации: до 15 декабря 2017г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 15 января 2018г.

• С более подробной информацией о международных научно-практических конференциях можно ознакомиться на официальном сайте Федерального Центра науки и образования Эвенсис <http://evansys.com/> (раздел «Технические науки»).

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЦЕНТР НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ ЭВЕНСИС

FEDERAL CENTER OF SCIENCE AND EDUCATION



Технические науки: современный взгляд на изучение актуальных проблем

Выпуск II

**Сборник научных трудов по итогам
международной научно-практической конференции
(25 июля 2017 г.)**

г. Астрахань

2017 г.

Печатается в авторской редакции
Компьютерная верстка авторская

Подписано в печать 24.07.2017.
Формат 60×90/16. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 5,1.
Тираж 250 экз. Заказ № 073.

Отпечатано по заказу ЭВЕНСИС в ООО «Ареал»
603000, г. Нижний Новгород, ул. Студеная, д. 58.