



НАЦИОНАЛЬНАЯ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ

28-29 марта 2018 г.

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУКИ И ПРАКТИКИ В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА

Часть 4
Технические науки

Пензенский
государственный
университет
архитектуры и
строительства

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА»**

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУКИ И ПРАКТИКИ
В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ НАРОДНОГО
ХОЗЯЙСТВА**

Сборник докладов Национальной научно-практической конференции
28-29 марта 2018 г.

Часть 4 – Технические науки

Пенза 2018

УДК 338
ББК 65.2/4
А43

Оргкомитет:

Шеин А.И. – проректор по научной работе, д.т.н., профессор (председатель);

Белякова Е.А. – и.о. начальника Научно-методического центра, к.т.н., доцент
(зам. председателя);

Толушов С.А. – директор инженерно-строительного института, к.т.н., доцент;

Ефимова Т.Б. – и.о. декана архитектурного факультета, доцент;

Тарасов Р.В. – декан технологического факультета, к.т.н., доцент;

Тараканов О.В. – декан факультета управления территориями, д.т.н., профессор;

Черницов А.Е. – и.о. директора института экономики и менеджмента, к.э.н.,
доцент;

Кочергин А.С. – директор института инженерной экологии, к.т.н., доцент;

Родионов Ю.В. – директор автомобильно-дорожного института, д.т.н.,
профессор.

Актуальные проблемы науки и практики в различных отраслях народного хозяйства: сб. докладов Национальной научно-практической конференции. Часть 4 – Технические науки. Пенза / [ред. кол.: А.И. Шеин и др.]: ПГУАС, 2018. – 132 с.
А43
ISBN 978–5–9282–1545–3 (Ч. 4)
ISBN 978–5–9282–1541–5

Статьи печатаются в авторской редакции.

В сборнике помещены материалы Национальной научно-практической конференции «Актуальные проблемы науки и практики в различных отраслях народного хозяйства», которая проходила 28-29 марта 2018 года в Пензенском государственном университете архитектуры и строительства.

Рекомендуется научным работникам, преподавателям высших и средних учебных заведений, аспирантам, магистрантам и студентам.

ISBN 978–5–9282–1545–3 (Ч. 4)
ISBN 978–5–9282–1541–5

© Пензенский государственный
университет архитектуры и
строительства, 2018

ПРЕДИСЛОВИЕ

Представляемый читателям сборник издается по итогам работы 1-й Национальной научно-практической конференции «Актуальные проблемы науки и практики в различных отраслях народного хозяйства» (Пенза, 28-29 марта 2018 г.).

За 16 лет нахождения у власти президента Владимира Владимировича Путина, Россия превратилась в развитую страну с твердой социальной и экономической базой. Сейчас многие забывают, что еще в 1999 году внешний долг России составлял 140% от ВВП, состояние армии было критическим. Путину удалось вывести страну из кризиса и в дальнейшем собрать всю мощь для того, чтобы совершить скачок вперед.

Однако, в период интенсивного развития различных отраслей народного хозяйства, остаются нерешенные проблемы, требующие незамедлительных предложений по изменению ситуации.

Интеграция науки и практики, внедрение инновационных разработок во всех сферах деятельности, использование более совершенных и эффективных средств производства, модернизация и реконструкция оборудования, применение современных методов подготовки кадров, создание и использование новых технологий – все это увеличивает конкурентоспособность отдельных отраслей народного хозяйства и страны в целом.

В этой связи с 28 и 29 марта 2018 г. в Пензенском государственном университете архитектуры и строительства проходила Национальная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы науки и практики в различных отраслях народного хозяйства».

В работе конференции приняли участие ведущие ученые, аспиранты и студенты различных вузов России. Было представлено более 110 актуальных работ.

Проведение данной конференции явилось результатом значительного интереса академического сообщества к обсуждению и внедрению разработок, решающих поставленные задачи и ведущие к увеличению инвестиционной привлекательности различных отраслей народного хозяйства, ускоряющих модернизацию и совершенствование техник и технологий при достижении национальных целей и стратегических задач развития Российской Федерации.

Составители сборника условно разделили статьи на четыре секции по общности затрагиваемых в них проблем.

Порядок представления статей – по тематическим платформам, рассмотренным на конференции, а внутри них – по фамилиям авторов.

Выход в свет настоящего издания был бы невозможен без труда многих людей разных сфер деятельности. Оргкомитет присоединяется к благодарности заинтересованных читателей всем тем, кто своим трудом способствовал выходу в свет этого сборника.

*Оргкомитет Национальной научно-практической конференции
«Актуальные проблемы науки и практики
в различных отраслях народного хозяйства»*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛА СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ ДЛЯ НУЖД ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Аверкин А.Г.

Д-р технич. наук, профессор ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», Пенза

Королева Т.И.

Д-р технич. наук, профессор ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», Пенза

Иващенко Н.Ю.

Аспирант ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», Пенза

Рассмотрены вопросы энергосбережения путем использования тепла солнечной радиации для систем горячего водоснабжения.

Ключевые слова: энергосбережение, солнечная автоматизированная водонагревательная установка, экономия тепловой энергии.

USE OF HEAT OF SOLAR RADIATION FOR NEEDS OF HOT WATER SUPPLY

Averkin A.G.

Dr. Tech. Sci., Professor of Penza State University of Architecture and Construction, Penza

Koroleva T.I.

Dr. Tech. Sci., Professor of Penza State University of Architecture and Construction, Penza

Ivashchenko N.Yu.

Graduate student of Penza State University of Architecture and Construction, Penza

Questions of energy saving by use of heat of solar radiation for hot water supply are considered.

Keywords: energy saving, the solar automated water-heating installation, economy of thermal energy.

Требуемые для внутреннего развития энергоресурсы можно получить не только за счет увеличения добычи сырья в труднодоступных районах, но и за счет энергосбережения непосредственно в центрах потребления [1].

Одним из перспективных направлений энергосбережения является использование солнечной энергии в системах горячего водоснабжения.

Энергосберегающие технологии в Пензенской области имеют хорошие перспективы.

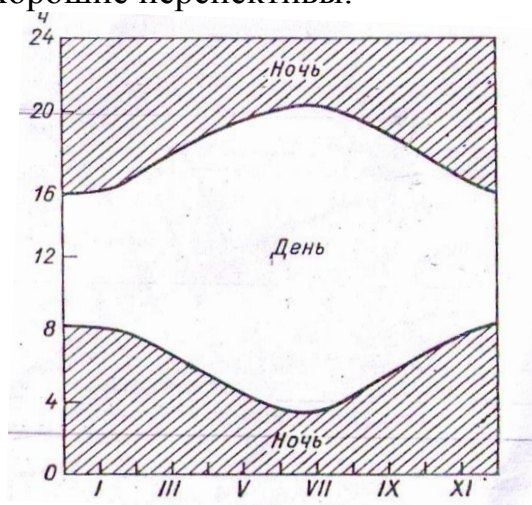


Рисунок 1 – графическое изображение продолжительности дня, в Пензе на 15-е число каждого месяца

Продолжительность дня, а, следовательно, и возможная продолжительность солнечного сияния, наименьшая в декабре и наибольшая в июне. 22 декабря продолжительность дня равна 7ч 18 мин, а 22 июня 16 ч 44 мин. Начиная с 22 декабря продолжительность дня плавно нарастает ото дня ко дню до 22 июня, а затем также плавно убывает до 22 декабря. В среднем за год в Пензе солнце светит 1807 ч, что составляет 46% от теоретически возможной продолжительности[1].

Наибольшее число часов солнечного сияния наблюдается в июне и июле, когда относительная продолжительность составляет 61-63%. В ноябре-январе относительная продолжительность составляет всего 18-21%. В эти месяцы отмечается 16-20 дней без солнца.

В городских условиях из-за затенения высокими зданиями в утренние вечерние часы число часов солнечного сияния несколько уменьшается по сравнению с открытой местностью.

Для годового хода суммарной радиации наблюдается нарастание месячных сумм от февраля к марту, что объясняется увеличением высоты солнца и продолжительности дня, уменьшением облачных дней и высокой прозрачностью атмосферы в марте. Приток суммарной радиации за месяц при средних условиях облачности значительно ниже возможных сумм (т.е. сумм при безоблачном небе) и составляет 44-75%. В летние месяцы наименьшая разница между действительными и возможными суммами суммарной радиации 25%. В декабре земная поверхность недополучает 56% суммарной радиации, а за год 33% [2,3].

При средних условиях облачности, общий ход радиационного баланса сохраняется таким же, как и при безоблачном небе, но абсолютные значения меньше. В годовом ходе радиационного баланса наибольшее значения отмечаются в июне, наименьшие – в декабре и январе; годовая сумма положительная и составляет 1600,5 МДж/м²

С ноября по март радиационный баланс отрицателен. Переход от отрицательного значения к положительному происходит между второй декадой февраля и второй декадой марта, обратный переход от положительного

значения к отрицательному – в первой – второй декаде ноября. Резкое увеличение сумм радиационного баланса весной (апрель) связано с таянием и сходом снежного покрова (альбеда подстилающей поверхности влияет на радиационный баланс в среднем больше, чем облачность) [2].

Видно, что климатические условия Пензенской области позволяют произвести установку солнечных коллекторов.

Предприятие «ИНТЭН», созданного на базе Пензенской государственной технологической академии, и ОАО «Нижнеломовский электромеханический завод» начали серийное производство солнечных коллекторов, разработанных в ПГТА.

В результате применения оригинальных конструкторских решений и использования высокотехнологичных материалов удалось поднять КПД коллекторов до 75%, что было подтверждено испытанием опытных образцов на реальных объектах Пензенской области и независимой экспертизой, проведенной одним из авторов этой статьи.

Коллектор «ИНТЭН-1», площадью $1,1 \text{ м}^2$ имеет размеры $1500 \times 750 \times 95$ мм. Он состоит из алюминиевой рамы и закаленного стекла с уплотнением из EPDM (этилен-пропиленовый каучук). Поглотитель состоит из двух пластин из нержавеющей стали, соединенных методом контактной сварки и покрытых черным хромом. Испытания показали, что три коллектора Inten способны нагреть 200 литров до температуры 55°C от 3 до 3,5 часов в летний период с апреля по октябрь. Цена новых солнечных коллекторов для конечного потребителя, составляет примерно 12-15 тыс. руб. за штуку. Место установки: стационарное отделение центральной районной больницы с. Бессоновка Пензенской области[3].

В больнице села Бессоновка горячее водоснабжение осуществляется за счет нагрева холодной воды в двух электрических бойлерах, каждый объемом по 500 л. Для регистрации потребления электроэнергии и воды на каждом бойлере установлены электросчетчик и счетчик расхода воды.

Один из бойлеров работает в штатном режиме и вода в нем нагревается теплоэлектронагревателем, другой также работает в штатном режиме, но нагрев воды в нем в настоящее время осуществляется комбинированным способом: теплоэлектронагревателем и солнечной автоматизированной водонагревательной установкой.

Величина экономии электроэнергии определялась опытным путем в течение 3 летних месяцев. Снижение ошибки измерений обеспечивалось:

- за счет создания одинаковых условий функционирования для обоих бойлеров;
- за счет использования одинаковых аттестованных приборов.

Показания счетчиков воды и электроэнергии за период с июня по сентябрь указаны в таблице 1.

Среднемесячный расход воды по схеме с солнечным коллектором равен $87,7 \text{ м}^3$, без солнечного коллектора, $30,3 \text{ м}^3$.

Таблица 1

Показания счетчиков воды и электроэнергии за период с июня по сентябрь

Дата	Показания приборов учета по схеме с солнечным коллектором		Показания приборов учета по схеме без солнечного коллектора	
	Вода, м ³ /ч	Электроэнергия, кВт/ч	Вода, м ³ /ч	Электроэнергия, кВт/ч
5июня	1171	53866	301	18727
5июля	1255	57718	332	20651
5августа	1339	61582	368	22232
5сентября	11434	65997	392	24404

Среднемесячный расход электроэнергии по схеме с солнечным коллектором равен 4043,7 кВт/ч, без солнечного коллектора, 1892,3 кВт/ч

Средний удельный расход электроэнергии за 1 месяц по схеме с солнечным коллектором равен 46,1 кВт ч/м³., без солнечного коллектора, 62,5 кВт ч/м³.

Экономия электроэнергии по удельным расходам составит:

$$\mathcal{E}_{\text{уд}} = 62,5 - 46,1 = 16,4 \text{ кВт ч/м}^3.$$

При расходе воды, за август 2012 г. около 95 м³, экономия электроэнергии в натуральном выражении составит:

$$\mathcal{E}_{\text{к}} = 95 \times 16,4 = 1558 \text{ кВт/ч.}$$

При существующих тарифах на электрическую энергию в г. Пензе экономия за август по стоимости составит:

$$\mathcal{E}_{\text{к}} = 1558 \times 3,80 = 5920,4 \text{ руб.}$$

В результате экономический эффект от внедрения данного энергосберегающего мероприятия в денежном выражении за 7 месяцев без отопительного периода составит 41442,8 руб.[4]

На основании вышеприведенных расчетов, можно сделать вывод о целесообразности использования солнечных коллекторов и в Пензенском регионе.

Список литературы:

1. Федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации".
2. Харченко Н. В. Индивидуальные солнечные установки. – М.: Энергоатомиздат, 1991 – 208 с.: ил.
3. Королева Т.И. Нетрадиционная энергетика в теплоснабжении (на примере объектов Пензенской области),/Т.И. Королева, Г.И. Грейсух и др.// Региональная архитектура и строительство, журнал №2(17) , 2013 г.
4. Королева Т.И. Эффективное использование тепловой энергии в системах теплоснабжения,/ Т.И. Королева, Н.Ю. Иващенко// Материалы за IX Международна научна практична конференция, бъдещето въпроси от света на науката -2013, 17-25 декември, 2013, том 38 Здание и архитектура, София, «Бял ГРАД-БГ» ООД, 2013.

НОВАЯ МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПРОЦЕССОВ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ДИСПЕРГИРОВАНИЯ ВОДОВОЗДУШНЫХ СМЕСЕЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ТЕХНОЛОГИЯХ ОЧИСТКИ ПРИРОДНЫХ И СТОЧНЫХ ВОД

Андреев С.Ю.

Д-р техн. наук, профессор ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», Пенза

Сафронов М.А.

Канд. техн. наук, доцент ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», Пенза

Полякова М.Ю.

Студентка ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», Пенза

Приведены результаты теоретических исследований процессов гидродинамического диспергирования газовой фазы водовоздушной смеси установок флотационной очистки производственных сточных вод. Получены уравнения, позволяющие определить степень дисперсности водовоздушной смеси, прошедшей гидродинамическую обработку при различных условиях диссипации энергии.

Ключевые слова: гидродинамическое диспергирование, газовая фаза, степень дисперсности, диссипация энергии, коэффициент поверхностного натяжения.

THE NEW METHOD OF HYDRODYNAMIC DISPERSION OF WATER-AIR MIXTURES PROCESSES CALCULATION USED IN THE TECHNOLOGY OF NATURAL AND WASTE WATER PURIFICATION

Andreev S.Yu.

Dr. Tech. Sci., Professor of Penza State University of Architecture and Construction, Penza

Safronov M.A.

Cand. Tech. Sci., assistant professor of Penza State University of Architecture and Construction, Penza

Polyakova M.Yu.

Student of Penza State University of Architecture and Construction, Penza

Results of theoretical researches a gas phase of hydrodynamic dispersion processes in a water-air mix for industrial sewage flotation treatment plants are presented. The equations are obtained, which allow to determine the degree of the water-air mixture dispersion, which underwent hydrodynamic treatment under different conditions of energy dissipation.

Keywords: hydrodynamic dispersion, gas phase, dispersion degree, energy dissipation, surface tension coefficient.

В настоящее время широкое распространение получили флотационные методы очистки производственных сточных вод. Флотационные методы отделения из сточных вод мелкодисперсных загрязнений в отличие от гравитационных методов мало зависят от седиментационных свойств отделяемых частиц. Эффективность этих методов определяется величиной гидравлической крупности образующихся флотокомплексов «пузырек воздуха – дисперсная частица», что позволяет существенно интенсифицировать процесс флотационной очистки [1,2].

На локальных канализационных очистных сооружениях промышленных предприятий в настоящее время с успехом используются флотационные установки с гидродинамическим диспергированием газовой фазы водовоздушной смеси. Гидродинамическое диспергирование газовой фазы в воде предусматривает активное перемешивание водовоздушной смеси. Степень дисперсности пузырьков воздуха, образующихся в процессе перемешивания будет тем выше, чем интенсивнее будет происходить относительное перемещение газовой и жидкой фазы и чем меньше величина поверхностного натяжения на границе раздела фаз «воздух-жидкость». Перемещение газовой фазы (пузырьков воздуха) относительно жидкой фазы (воды) происходит под действием турбулентных пульсаций скорости движения потока водовоздушной смеси, образующейся в процессе перемешивания.

При воздействии на пузырек воздуха диаметром d_n турбулентной пульсации потока, масштаб которой λ сопоставим с размерами пузырька ($\lambda \approx d_n$) он будет перемещаться относительно жидкости со скоростью v_n и испытывать действие силы гидродинамического давления $F_{гд}$

$$F_{гд} = \frac{\pi d_n^2}{4} \xi \frac{v_n^2}{2} \rho, \quad (1)$$

где ξ – коэффициент гидродинамического сопротивления.

В процессе перемещения на пузырек воздуха также будет действовать сила поверхностного натяжения $F_{пн}$

$$F_{пн} = \pi d_n^2 \Delta p_n = \pi d_n^2 \frac{4\sigma_n}{d_n} = 4\pi d_n \sigma_n, \text{ Н} \quad (2)$$

Пузырек сохранит свою сферическую форму, если в процессе перемещения будет соблюдаться стационарный режим действия силы поверхностного натяжения, характеризуемый стационарностью условий относительно действия силы поверхностного натяжения, при этом

$$F_{\text{пн}} > F_{\text{гд}}, \text{ Н} \quad (3)$$

В случае когда

$$F_{\text{пн}} \leq F_{\text{гд}}, \text{ Н.} \quad (4)$$

Пузырек воздуха будет деформироваться, в результате чего величина силы поверхностного натяжения $F_{\text{пн}}$ возрастет и скомпенсирует действие силы гидродинамического давления $F_{\text{гд}}$. При некотором критическом значении $v_{\text{п}}$, действие силы гидродинамического давления не может быть скомпенсировано увеличением силы поверхностного натяжения за счет деформации пузырька воздуха, в результате чего произойдет его дробление.

Условием начала процесса деформации поверхности пузырька воздуха под действием турбулентных пульсаций потока масштабом λ будет:

$$F_{\text{пн}} = F_{\text{гд}}, \text{ Н} \quad (5)$$

Величина элементарной работы, совершаемой против действия силы поверхностного натяжения может быть определена как

$$\Delta A_{\text{пн}} = F_{\text{пн}} \Delta l, \text{ Дж} \quad (6)$$

где Δl – элементарное перемещение пузырька воздуха относительно жидкости (м).

При продолжительности перемещения пузырька воздуха Δt , с, со скоростью $v_{\text{п}}$, м/с

$$\Delta l = v_{\text{п}} \Delta t, \text{ м} \quad (7)$$

тогда

$$\Delta A_{\text{пн}} = F_{\text{пн}} v_{\text{п}} \Delta l, \text{ Дж} \quad (8)$$

Элементарная мощность при перемещении пузырька воздуха на расстояние Δl может быть определена как:

$$\Delta N_{\text{пн}} = \frac{\Delta A_{\text{пн}}}{\Delta T} = \frac{F_{\text{пн}} v_{\text{п}} \Delta l}{\Delta T} = \frac{4\pi d_{\text{п}} \sigma_{\text{п}} v_{\text{п}} \Delta T}{\Delta T} = 4\pi d_{\text{п}} \sigma_{\text{п}} v_{\text{п}}, \text{ Вт; } \frac{\text{Дж}}{\text{с}} \quad (9)$$

Величина удельной секундной диссипации энергии при этом составит:

$$\varepsilon_{\text{T}} = \frac{\Delta N_{\text{пн}}}{\Delta m}, \frac{\text{Вт}}{\text{кг}} \quad (10)$$

Масса элементарного объема жидкости, перемешиваемой пузырьком воздуха диаметром $d_{\text{п}}$ при его элементарном перемещении Δl

$$\Delta m = \frac{\pi d_{\text{п}}^2}{4} \Delta l \rho = \frac{\pi d_{\text{п}}^2}{4} v_{\text{п}} \Delta T \rho, \text{ кг} \quad (11)$$

тогда

$$\varepsilon_{\text{T}} = 4\pi d_{\text{п}} \sigma_{\text{п}} v_{\text{п}} \cdot \frac{4}{\pi d_{\text{п}}^2 \rho v_{\text{п}} \Delta T} = 16 \frac{\sigma_{\text{п}}}{d_{\text{п}} \rho \Delta T}, \frac{\text{Вт}}{\text{кг}} \quad (12)$$

Величина элементарной энергии силы поверхностного натяжения может быть определена как

$$\Delta E_{\text{пн}} = \pi d_{\text{п}}^2 \sigma_{\text{п}}, \text{ Дж} \quad (13)$$

тогда

$$\Delta T = \frac{E_{\Pi}}{\Delta N_{\Pi\Pi}} = \pi d_{\Pi}^2 \sigma \cdot \frac{1}{4\pi d \sigma v_{\Pi}} = \frac{1}{4} \frac{d_{\Pi}}{v_{\Pi}}, \text{ с} \quad (14)$$

В работе [3] было предложено определить величину ΔT (время экспозиции) как:

$$\Delta T = \frac{d_{\Pi}}{v_{\Pi}}, \text{ с} \quad (15)$$

Формула (15) была получена Р. Хигби на основе теории подобия без проведения термодинамического анализа. По нашему мнению в данном случае было корректно использовать в качестве линейного размера пузырька воздуха не величину диаметра его поперечного сечения максимальной площади d_{Π} (м), а величину его гидравлического радиуса R_{Π} , представляющего собой отношение максимальной площади поперечного сечения ω_{Π} , м², к величине смоченного периметра этого сечения χ_{Π} , м

$$R_{\Pi} = \frac{\omega_{\Pi}}{\chi_{\Pi}} = \frac{\pi d_{\Pi}^2}{4} \cdot \frac{1}{\pi d_{\Pi}} = \frac{d_{\Pi}}{4}, \text{ м} \quad (16)$$

Подставляя формулу (14) в формулу (12) получим

$$\varepsilon_T = 16 \frac{\sigma_{\Pi}}{d_{\Pi\rho}} \cdot \frac{4v_{\Pi}}{d_{\Pi}} = 64 \frac{\sigma_{\Pi}}{d_{\Pi}^2 \rho} v_{\Pi}, \text{ Вт/кг} \quad (17)$$

откуда

$$\varepsilon_T^2 = 4098 \frac{\sigma^2}{d_{\Pi}^4 \rho^2} v_{\Pi}^2, \text{ Вт}^2/\text{кг}^2 \quad (18)$$

из (1, 2 и 5) имеем

$$\frac{\pi d_{\Pi}^2}{4} \rho \xi \frac{v_{\Pi}^2}{2} = 4\pi d_{\Pi} \sigma_{\Pi} \quad (19)$$

Откуда

$$v_{\Pi}^2 = \frac{32}{d_{\Pi}} \cdot \frac{\sigma_{\Pi}}{\rho \xi}, \text{ м}^2/\text{с}^2 \quad (20)$$

подставляя формулу (19) в формулу (18) имеем

$$\varepsilon_T^2 = \frac{131072}{\xi} \cdot \frac{\sigma_{\Pi}^3}{d_{\Pi}^5 \rho^3}, \text{ Вт}^2/\text{кг}^2 \quad (21)$$

откуда

$$d_{\Pi} = K_{\varepsilon\sigma} \left(\frac{\sigma_{\Pi}^3}{\varepsilon^2 \rho^3} \right)^{1/5}, \text{ м} \quad (22)$$

где $K_{\varepsilon\sigma} = \left(\frac{131072}{\xi} \right)^{1/5}$ – коэффициент, зависящий от гидродинамических условий, при которых осуществляется процесс диспергирования водовоздушной смеси.

В соответствии с рекомендациями [4] $K_{\varepsilon\sigma} = 3/2$.

На рис. 1 представлены графики зависимостей среднего диаметра пузырьков воздуха d_n в водовоздушной смеси, подвергнутой механическому диспергированию от величины удельной секундной диссипации энергии ε_T при различных значениях коэффициента поверхностного натяжения неискривленной поверхности раздела фаз «жидкость – газ» $\sigma_{жг}$, полученные с использованием формулы (20).

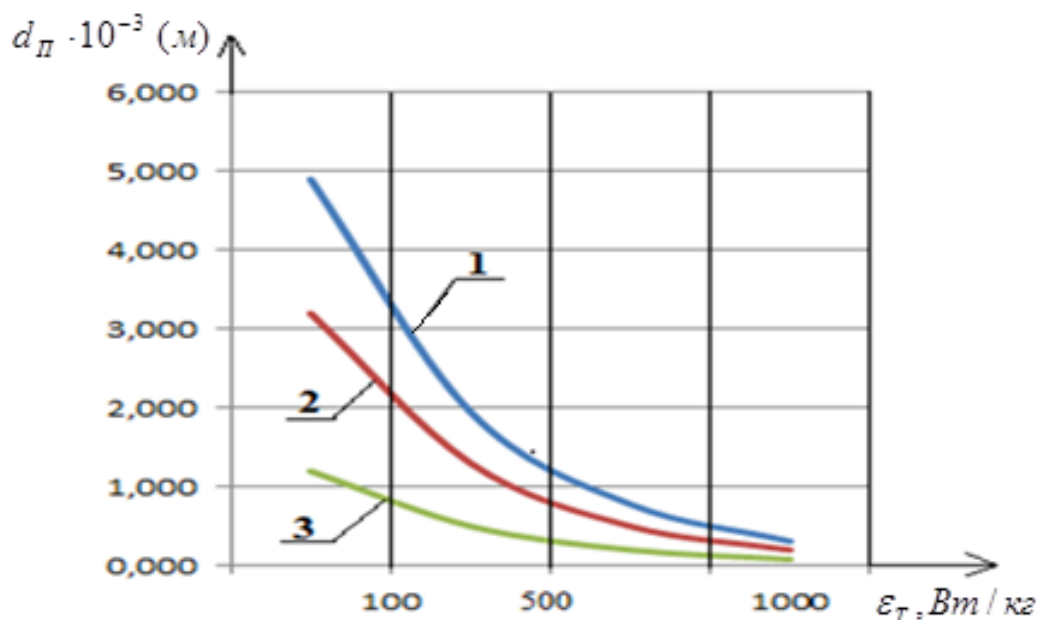


Рисунок 1 – Графики зависимостей среднего диаметра пузырьков воздуха d_n в водовоздушной смеси, подвергнутой механическому диспергированию, от величины удельной секундной диссипации энергии ε_T при различных значениях коэффициента поверхностного натяжения неискривленной поверхности раздела фаз «жидкость – газ» $\sigma_{жг}$: 1) $\sigma_{жг}=0.073 \text{ Дж/м}^2$; 2) $\sigma_{жг}=0.035 \text{ Дж/м}^2$; 3) $\sigma_{жг}=0.007 \text{ Дж/м}^2$

Данные, представленные на рис. 1, свидетельствуют о том, что получить водовоздушную смесь со средним диаметром пузырьков воздуха d_n менее 100 мкм в процессе ее механического диспергирования возможно лишь при величине удельной секундной диссипации энергии ε_T более 500 Вт/кг.

Наряду с процессами, протекающими в объеме газожидкостной смеси, существенную роль при диспергировании пузырьков воздуха играют и явления, имеющие место на границе раздела фаз «жидкость – твердая поверхность». Основное влияние на интенсивность процесса диспергирования при этом оказывают характеристики пограничного слоя, которые зависят от условий течения перемешиваемой среды в непосредственной близости к межфазовой поверхности. Использование технологического приема, предусматривающего взаимодействие вращающегося ротора, поверхность которого покрыта силикатной эмалью, с потоком водовоздушной смеси имеющим большую начальную кинетическую энергию, позволит достичь высокой плотности энергии в локальной пристеночной области предлагаемого роторно-

диспергирующего устройства, что приведет к существенному интенсифицированию процесса диспергирования смеси.

В связи с этим требуется разработка оригинальной конструкции роторно-диспергирующего устройства, позволяющего диспергировать до требуемого уровня водовоздушную смесь, подаваемую в данное устройство.

Список литературы:

1. Андреев С.Ю. *Теоретические основы процессов генерации динамических двухфазных систем вода-воздух и их использование в технологиях очистки воды.* – Пенза: ПГУАС, 2005.- 194 с.
2. Андреев С.Ю., Гарькина И.А., Исаева А.М., Петрунин А.А., *Кинетические закономерности процесса флотации из сточных вод без инерционных дисперсных частиц //Региональная архитектура и строительство.* - 2014.- №3. - 181с.
3. Higbie, R. *The rate of absorption of a pure gas into a still liquid during short periods of exposure, Trans. Am. Inst. Chem. Eng.* -1935. V. 31.-365P.
4. Смирнов А.М. *Локальная очистка сточных вод целлюлозно-бумажных предприятий методом напорной флотации: дисс. канд. техн. наук: 05.21.03: - Санкт-Петербург, 2004. - 154 с.*

НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ ПРИРОДНЫХ И СТОЧНЫХ ВОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕАГЕНТОВ- ОКИСЛИТЕЛЕЙ

Андреев С.Ю.

Д-р техн. наук, профессор ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», Пенза

Сафронов М.А.

Канд. техн. наук, доцент ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», Пенза

Турдакина И.И.

Студентка ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», Пенза

Приведен обзор литературных источников, посвященных технологиям обработки сточных вод реагентами-окислителями. Показано, что повысить эффект процесса реагентной очистки сточных вод активным хлором возможно за счет аэрации объема контактной камеры. Технологический прием аэрирования объема контактной камеры позволяет не только обеспечить требуемый эффект очистки, но и удалить избыточный активный хлор.

Ключевые слова: реагентная очистка, кислородосодержащие соединения хлора, дехлорирующий реагент, аэрирование контактной камеры.

NEW PROCESSING TECHNOLOGY OF NATURAL AND WASTE WATERS USING OXIDIZING AGENTS

Andreev S.Yu.

Dr. Tech. Sci., Professor of Penza State University of Architecture and Construction, Penza

Safronov M.A.

Cand. Tech. Sci., assistant professor of Penza State University of Architecture and Construction, Penza

Turdakina I.I.

Student of Penza State University of Architecture and Construction, Penza

The review of literature sources devoted to wastewater treatment technologies by oxidizing agents is given. It is shown that it is possible to increase the effect of reagent wastewater treatment process with active chlorine by aeration of the

contact chamber volume. Technological reception of aeration of the contact chamber volume allows not only to provide the required cleaning effect, but also to remove excess active chlorine.

Key words: reagent purification, oxygen-containing chlorine compounds, chlorinating reagent, aeration of the contact chamber.

Во всем мире, вплоть до настоящего времени, наиболее распространенным методом деструктивной очистки и обеззараживания сточных вод является реагентный метод, предусматривающий использование реагентов-окислителей.

Традиционно, в качестве реагентов-окислителей для деструктивной очистки и обеззараживания сточных вод, как правило, используются кислородосодержащие соединения хлора. В настоящее время широкое распространение получили такие кислородосодержащие соединения хлора как: хлорноватистая кислота HClO , получаемая при растворении газообразного хлора в воде, диоксид хлора ClO_2 , гипохлорит натрия NaClO , гипохлорит кальция $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ и хлорная известь CaOCl_2 .

В виду крайне низкого окислительного потенциала эти химические соединения используются, как правило, для обеззараживания природных и сточных вод. Хлорная известь CaOCl_2 в настоящее время не нашла широкого применения. В основном она используется для обеззараживания небольшого объема сточных вод, отводимых с территории локальных объектов.

Основными преимуществами метода хлорирования, обусловившими его широкое применение являются: высокая надежность бактерицидного и вирулентного действия, дешевизна этого метода, простота конструктивного оформления аппаратуры и оперативного контроля за процессом обеззараживания сточных вод.

В соответствии с существующими в России нормативными документами, надежное обеззараживание хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод, прошедших процесс биологической очистки, обеспечивается при остаточной концентрации активного хлора в сточной воде $C_{\text{ак}} = 1,5 \text{ мг/л}$ после нахождения ее в контактном резервуаре в течении 30 минут. В некоторых случаях при наличии соответствующих показателей для надежного обеспечения требуемого качества сточных вод, сбрасываемых в водные объекты (особенно по колифагу) требуется существенное ужесточение режима хлорирования. В литературе [1] описаны случаи, когда для достижения необходимой стабильной инактивации колифагов в зимний период, требовалось обеспечивать в очищенной сточной воде после 40-минутного контакта, концентрацию остаточного хлора на уровне $C_{\text{ак}} = 7 \text{ мг/л}$.

Существенно повысить эффективность обеззараживания сточных вод активным хлором возможно за счет интенсификации процесса перемешивания реагента-окислителя с обрабатываемым объемом сточных

вод. Проведенные в 70-80-е гг. XX века исследования показали, что интенсификация процесса перемешивания без ущерба для эффективности процесса обеззараживания позволила уменьшить дозу хлора на 50-70%, в результате чего снизился уровень остаточного хлора в обеззараженных сточных водах, уменьшился уровень их токсичности, сократилось требуемое время контакта [2].

Эффективными смесительными устройствами являются трубчатые смесители, в которых за счет местного сужения трубопровода происходит турбулизация потока, образуется область с пониженным давлением, в которую подается реагент-окислитель. За счет возникновения эффекта Вентури, ввод реагента-окислителя в сточные воды в трубчатом смесителе осуществляется под пониженным давлением. Для увеличения надежности процесса обеззараживания в трубчатых смесительных устройствах могут быть использованы насадки различных конструкций.

Наряду с режимом перемешивания обеззараживаемых сточных вод, важное значение имеет и конструкция контактного резервуара. Наиболее оптимальной для контакта активного хлора со сточными водами является конструкция реактора-вытеснителя.

Гидродинамический режим, приближающийся к режиму идеального вытеснения обеспечивается высоким соотношением длины к ширине и низким соотношением высоты к ширине контактного резервуара.

Оптимальной считается конструкция прямоугольного коридорного контактного резервуара с соотношением общей (развернутой) длины коридоров к их ширине более 60.

Величину расчетной скорости движения обеззараживаемых сточных вод назначают из условия предотвращения осаждения содержащихся в них взвешенных веществ.

Объем контактного резервуара должен обеспечить продолжительность контакта обеззараживаемых сточных вод с реагентом-окислителем в часы максимального притока не менее 30 минут. Негативные последствия обеззараживания сточных вод методом хлорирования, заключается в образовании хлорорганических соединений и хлораминов.

Хлорорганические соединения по отношению к человеку обладают высокой токсичностью, мутагенностью и канцерогенностью [2].

Хлорорганические соединения обладают свойствами аккумулироваться в тканях гидробионтов и по трофическим цепям в конечном итоге попадать в организм человека. Они накапливаются в данных отложениях и сохраняются там на протяжении долгого времени, поскольку обладают высокой стойкостью к биодеструкции. Даже однократное загрязнение открытого водоема хлорорганическими соединениями вызывает их накопление в данных отложениях, что приводит к постоянному локальному негативному воздействию на водные организмы в течение нескольких лет, после того, как это загрязнение произошло.

Хлорамины также, как и хлорорганические соединения являются высокотоксичными веществами. Они способны даже при незначительных концентрациях вызывать серьезные физиологические изменения гидробионтов и приводить к их гибели.

М.В. Богдановым были проведены исследования хлорированной воды, прошедшей доочистку на скорых песчаных фильтрах Курьяновской станции аэрации (г. Москва), на теплокровных животных, показавшие наличие у нее высокой канцерогенной и мутагенной активности [2].

Результаты исследований, свидетельствующие о повышенной токсичности активного хлора, привели к принятию в США требований, ограничивающих остаточную концентрацию активного хлора в сточных водах, прошедших обеззараживание до уровня 0,1 мг/л [1]. Данное требование было поддержано гигиенистами многих стран, что привело к развитию и внедрению методов дехлорирования.

Для дехлорирования сточных вод, прошедших процесс обеззараживания хлором, как правило, используются: аэрация, обработка активированным углем, обработка химическими реагентами-восстановителями.

Аэрирование сточных вод осуществляется путем барботирования сжатым воздухом или при их пропускании через аэрационную башню. Процесс аэрирования позволяет не только снизить концентрацию активного хлора, но и уменьшить содержание в сточных водах легко летучей хлорорганики. Неблагоприятным обстоятельством при этом является загрязнение атмосферы.

Сорбционная доочистка обеззараженных сточных вод на активированном угле позволяет не только снизить содержание активного хлора, но и уменьшить концентрации хлорорганических и других органических соединений.

При химической обработке сточных вод, содержащих остаточные концентрации активного хлора в качестве реагентов-восстановителей, как правило, используются соединения серы. Химические соединения серы активно вступают в реакцию с остаточным хлором, разрушая свободный хлор, а после этого и хлорамины. Величина теоретической дозы серосодержащего реагента-восстановителя зависит от его химического состава и уровня pH сточных вод. Так при pH=6,5 необходимо для удаления из сточных вод 1 мг активного хлора: 0,91 мг диоксида серы (SO_2); 1,61 мг бисульфита натрия (NaHSO_3); 2,23 мг гипосульфита натрия ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$); 1,61 мг сульфита натрия (Na_2SO_3). Для конкретных сточных вод реальная величина дозы дехлорирующего реагента должна уточняться в процессе пробного дехлорирования, поскольку в них могут содержаться химические соединения, способные конкурировать с активным хлором при взаимодействии с реагентами-восстановителями.

При выборе дехлорирующего реагента учитываются многие факторы, в частности: цена реагента, срок и условия его хранения, расходы на транспортировку и т.д.

На очистных сооружениях небольшой производительности наиболее предпочтительным будет использование сухих дехлорирующих реагентов (бисульфита натрия; сульфита натрия). Эти реагенты безопасны и пригодны для длительного хранения, удобны в процессе эксплуатации. Меньшее распространение получил гипосульфит натрия, так как он имеет большую стоимость, и его эффективность существенно зависит от уровня pH обрабатываемых сточных вод.

Наибольшей эффективностью в процессе дехлорирования сточных вод обладает диоксид серы. Диоксид серы является газом, который при растворении в воде образует сернистую кислоту. Процессы хранения, растворения в воде и дозирования газообразного реагента связаны с существенными технологическими трудностями, в связи с чем его использование целесообразно на крупных очистных сооружениях, где имеется достаточный штат обслуживающего персонала и условия для безопасного хранения газообразного реагента.

После введения в сточные воды дехлорирующего реагента необходимо обеспечить необходимую продолжительность контакта.

При использовании диоксида серы или сульфата натрия продолжительность контакта с дехлорирующим реагентом должна быть не менее 2 минут, при использовании гипосульфита натрия продолжительность контакта должна быть не менее 30 минут.

Для введения дехлорирующих реагентов в сточные воды, прошедшие процесс хлорирования может быть использовано стандартное оборудование, применяемое при реагентном обеззараживании.

В процессе реагентного дехлорирования сточных вод необходимо строго поддерживать дозу дехлорирующего реагента. Уменьшение концентрации дехлорирующего реагента приводит к повышению содержания активного хлора в сточных водах, сбрасываемых в открытый водоем. Передозировка дехлорирующего реагента обеспечит снижение концентрации кислорода в сточных водах, что потребует дополнительную аэрацию перед сбросом в водоем.

Технология хлорирования сточных вод является более экономичной, чем альтернативные технологии обеззараживания сточных вод.

В работе [2] приведены результаты анализа литературных источников, посвященных проблемам обеззараживания сточных вод в США. В литературном обзоре было описано 162 канализационных очистных сооружения. Обеззараживание сточных вод, прошедших биологическую очистку методом хлорирования, осуществляется на 64% очистных сооружениях (на 103 канализационных станциях) из них на 27 канализационных очистных сооружениях внедрена технология

дехлорирования сточных вод. На оставшихся 59 канализационных очистных сооружениях используются технологии обеззараживания сточных вод методом ультрафиолетового облучения (53 станции), озонирования (6 станций).

Приведенные данные свидетельствуют о том, что основным методом обеззараживания является метод хлорирования.

Несмотря на экономичность метода хлорирования и его высокую эффективность в отношении патогенных бактерий, этот метод не обеспечивает необходимой эпидемической безопасности в отношении вирусов [1].

Повысить эффективность процесса обеззараживания сточных вод активным хлором возможно за счет аэрации объема контактной камеры. Использование приема барботирования сжатым воздухом объема контактной камеры в процессе обеззараживания сточных вод при их взаимодействии с активным хлором, в отличие от метода последующего деchlorирования обеззараженных сточных вод аэрацией, позволяет реализовать ряд процессов, повышающих эффективность обработки сточных вод окислителем.

Достижимый технологический эффект может быть объяснен протеканием по крайней мере четырех процессов:

1. Специфическим высокоградиентным перемешиванием сточных вод всплывающими пузырьками воздуха (величина локального градиента скорости на поверхности всплывающего пузырька диаметром 3мм достигает величины $G_{\Pi} = 2000\text{с}^{-1}$).

2. Образованием границы раздела фаз (газ-жидкость), обладающей избыточной поверхностной энергией.

3. Десорбцией (отдувкой) из сточных вод легко летучих соединений.

4. Насыщением сточных вод кислородом воздуха.

В работе [3] была предложена и исследована технологическая схема глубокой доочистки хозяйственно-бытовых сточных вод, прошедших биологическую очистку, предусматривающая их обработку активным хлором и аэрирование с последующим 30-минутным отстаиванием.

Полученные данные позволяют сделать вывод о том, что использование технологического приема аэрирования объема контактных резервуаров на станциях биологической очистки сточных вод позволяет гарантированно обеспечивать их обеззараживание до нормативного уровня и исключить отрицательное воздействие хлорированных сточных вод на экосистемы водных объектов.

Список литературы:

1. Русанова Н.А. Хлорирование и деchlorирование городских сточных вод./Н.А. Русанова, Г.В. Овечкина//Водоснабжение и санитарная техника. – 2012. – №2. – с. 30-32.

2. *Загорский В.А. Методы обеззараживания сточных вод/В.А. Загорский, М.Н. Козлов, Д.А. Данилович//Водоснабжение и санитарная техника. – 1998. – №2. – с. 2-5.*
3. *Харин К.С. Глубокая очистка городских сточных вод/К.С. Харин//Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук//Санкт-Петербург. – 2001. – с. 24.*

РАЗРАБОТКА ИНДЕКСА ДЛЯ УСКОРЕНИЯ ПОИСКА ПО LIKE-ШАБЛОНАМ В СУБД ORACLE

Андреанов И.А.

Канд.техн.наук, доцент ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет», Вологда

Менухова Н.О.

Ст. преподаватель ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет», Вологда

Статья посвящена разработке индекса на основе триграмм для ускорения выполнения SQL-запросов, содержащих оператор LIKE. Предложенный способ достаточно легко реализуется и при этом показывает высокую эффективность для большого класса запросов. Нами разработан программный прототип индекса для СУБД Oracle и проведены вычислительные эксперименты над ним, подтверждающие теоретические результаты.

Ключевые слова: СУБД, индексирование, информационный поиск, LIKE-шаблоны, k-граммы, триграммы, метод доступа, селективность.

DEVELOPMENT OF AN INDEX TO SPEED UP THE SEARCH FOR LIKE PATTERNS IN ORACLE DBMS

Andrianov I.A.

Cand. tech. Sci., Associate Professor of Vologda State University", Vologda

Menuhova N.O.

Senior Lecturer of Vologda State University", Vologda

The article is devoted to the development of a trigrams-based index for accelerating the execution of SQL-queries containing the LIKE operator. The proposed method is fairly easy to implement and at the same time it shows high efficiency for a large class of queries. We developed a software prototype index for the Oracle DBMS and carried out a number of computational experiments with it, which confirmed the theoretical results.

Keywords: DBMS, indexing, information retrieval, LIKE-patterns, k-grams, trigrams, access method, selectivity.

Индексирование данных в СУБД заключается в выполнении некоторой предварительной обработки данных с целью более быстрого исполнения в дальнейшем многократных запросов на выборку. Структура данных, полученная в результате такой предобработки, называется индексом. Средства СУБД, реализующие построение, обновление и

использование индексов определённого типа, образуют индексный метод доступа.

Практически во всех СУБД реализован некоторый типовый набор способов индексирования. Наибольшее распространение получили индексы, основанные на модификациях В-деревьев и хеш-таблиц. Несколько реже используются битовые карты. Для полнотекстового поиска могут использоваться разновидности инвертированных файлов, для географических данных – разновидности R-деревьев [1] и др. Тем не менее, нередко возникают ситуации, когда существующих видов индексов становится недостаточно. Одним из таких случаев являются запросы на выборку, использующие оператор LIKE языка SQL.

Оператор LIKE в запросе SELECT позволяет отобрать строки, в которых значение заданного текстового поля соответствует указанному шаблону. Шаблон представляет собой строку, в которой, помимо обычных символов, имеются два со специальным значением: символ ‘%’ означает произвольную подстроку, ‘_’ – произвольный символ. Например, шаблону ‘%@yandex.ru%’ соответствуют все строки, в которых встречается подстрока ‘@yandex.ru’ (в том числе в качестве префикса или суффикса).

Проблема заключается в том, что стандартные виды индексов в СУБД неспособны ускорять выполнение таких запросов в случае, если шаблон начинается с символа ‘%’ или ‘_’ (а именно такие шаблоны встречаются наиболее часто). Таким образом, для эффективного выполнения запросов, содержащих оператор LIKE, необходим специализированный индексный метод доступа.

Анализ работ в данной области показывает, что существует несколько разных подходов к индексированию строк, позволяющих ускорять запросы на сопоставление шаблонам. Одной из наиболее универсальных структур данных для этого является обобщённое суффиксное дерево (СД) [2, 3]. Кроме сопоставления шаблонам, с помощью данной структуры можно выполнять поиск по сходству [4] и ряд других задач. Однако, у этой структуры имеются два существенных недостатка: высокие требования к памяти и отсутствие локальности ссылок (при выполнении поиска происходит псевдослучайное перемещение по узлам дерева, что не позволяет эффективно кэшировать данные с диска в оперативную память). Вследствие этого суффиксные деревья затруднительно применять для обработки достаточно больших данных.

Ещё одной известной структурой данных для эффективного поиска подстрок является строковое В-дерево (StringB-Tree) – структура данных, комбинирующая свойства Patricia- и В-деревьев. Недостатком данной структуры является сложность реализации применительно к конкретной СУБД. Чтобы обеспечить корректную и эффективную работу индекса в условиях параллельных вычислений [5], программисту необходимо разбираться в особенностях внутреннего устройства и работы СУБД

(механизм транзакций, управление блокировками и др.).

Достаточно простым и легко реализуемым методом индексирования является метод на основе k-грамм – подстрок длины k. Важным частным случаем является случай k=3 (при этом подстроки длины 3 называются триграммами). Например, из строки 'строка' можно извлечь триграммы 'стр', 'тро', 'рок', 'ока'. Идея метода индексирования на основе триграмм состоит в том, чтобы выделить из индексируемых строк триграммы, после чего связать с каждой из них множество идентификаторов записей, в которых она встречалась (списки вхождений). В результате, по сути, получится структура данных «инвертированный файл», только вместо слов естественного языка в качестве ключей индекса будут выступать триграммы.

Большим плюсом описанного подхода является возможность использовать обычные таблицы БД для хранения триграмм и списков вхождений, работать с которым можно с помощью операторов языка SQL через программный интерфейс сервера. Это многократно облегчает реализацию индекса по сравнению с реализацией «с нуля» и снижает вероятность появления ошибок. Важным моментом является также то, что по своему использованию созданный нами индексный метод доступа ничем не будет отличаться от встроенных в СУБД.

Нами разработан программный прототип описанного способа индексирования для СУБД Oracle версии 11g. Рассмотрим кратко особенности программной реализации индекса, после чего приведём результаты вычислительных экспериментов над ним.

По аналогии с инструментом полнотекстового поиска OracleText, для хранения индекса используются две таблицы. В первой таблице лежит каждая проиндексированная триграмма и её список вхождений – битовая карта с установленными битами для всех документов, содержащих эту триграмму. Кроме того, в этой таблице хранится общее количество записей, в которых встречается каждая триграмма.

Вторая таблица служит для поддержания соответствия между идентификаторами строк (rowid) индексируемой таблицы и номерами документов в первой таблице. Структура индекса показана на рис. 1.

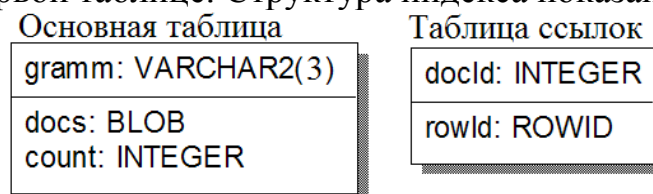


Рисунок 1 – Таблицы для хранения данных триграммного индекса

Над каждой таблицей создаётся стандартный индекс Oracle на базе B-дерева, что даёт логарифмическую сложность операций вставки, удаления и выборки записей из них, при этом гарантируется корректная работа в условиях параллелизма.

Для того чтобы реализовать новый вид индекса в Oracle, нужно создать новый объектный тип, в котором объявить определённый набор функций – они будут автоматически вызываться Oracle при работе с новым индексом. Основными функциями являются следующие: `ODCIIndexCreate`, `ODCIIndexDrop`, `ODCIIndexInsert`, `ODCIIndexDelete`, `ODCIIndexUpdate`, `ODCIIndexStart`, `ODCIIndexFetch`, `ODCIIndexClose`. Реализация данных функций была выполнена в основном на языке PL/SQL. Однако, в целях производительности отдельные вспомогательные функции (например, извлечение триграмм из строки) были реализованы в виде внешних функций на языке C++, подключаемых через разделяемую библиотеку.

Оценим число операций, выполняемых в нашем методе доступа. Пусть n – длина вставляемой или удаляемой записи, k – текущее число триграмм в индексе, t – количество записей в базе, p – длина поискового шаблона, C – количество бит в одном машинном слове (32 или 64), len – средняя длина одного документа в базе, occ – количество найденных документов. Сложность операций вставки новой записи в индекс и удаления записи из индекса можно оценить как $O(n \cdot \log(k))$. Процедура поиска требует порядка $O(p \cdot \log(k))$ операций для выборки строк из основной таблицы индекса. После этого нужно построить пересечение списков вхождений за время $O(t/C \cdot p)$. На последнем этапе каждый из документов в пересечении нужно проверить на соответствие запросу (так как возможны ложные вхождения) за время $O(occ \cdot len)$. Как видим, основное время занимает выполнение последнего этапа, то есть эффективность индекса будет существенно зависеть от селективности запроса: чем меньше документов удовлетворяет шаблону, тем меньше времени занимает выполнение запроса.

Для экспериментов над разработанным прототипом в базу данных было загружено около 30 тысяч HTML-документов суммарным объёмом 1 гигабайт. Объём индекса при этом превысил размер входных данных примерно вдвое, что приемлемо для многих практических целей.

Выполнение набора различных SQL-запросов на выборку подтвердило, что эффективность использования индекса в значительной мере зависит от селективности запроса. Назовём запрос низкоселективным, если он возвращает многократно меньше записей, чем их общее количество во входной таблице. Наоборот, запрос, возвращающий большое количество записей, будем называть высокоселективным. Эксперименты показали, что использование разработанного прототипа существенно (в 10 и более раз) ускоряет выполнение низкоселективных запросов. При этом скорость выполнения высокоселективных запросов почти не изменяется, что и следовало ожидать.

Таким образом, описанный в статье подход позволил существенно ускорить выполнение запросов на сопоставление LIKE-шаблонам, затратив

при этом минимальные усилия на программную реализацию и внедрение.

Список литературы:

1. Андрианов И.А. Индексирование и поиск в последовательностях для больших баз данных: монография / И.А. Андрианов, А.Ф. Чернов. – Вологда: ВоГТУ, 2013. – 130 с.
2. Андрианов И.А., Лисс А.Р. Использование разреженных суффиксных деревьев для задач обработки текстов // Известия СПбГЭТУ ЛЭТИ. 2013. № 3. С. 51 – 57.
3. Андрианов И.А., Свиньин С.Ф. Применение равномерно разреженных суффиксных деревьев для задач обработки строк // Труды СПИИРАН. 2014. № 3 (34). С. 247 – 260.
4. Вахрушев И.Н., Ржеуцкая С.Ю. Способ решения задачи исключения дублирования персональных данных в информационных системах // Вузовская наука – региону: материалы седьмой Всероссийской научно-технической конференции в 2 томах. – Вологда, 2009. – С. 42 – 44.
5. Ржеуцкая С.Ю., Купустин Д.С. Модификация абстрактной модели параллельных вычислений PRAM с учетом специфики графических процессоров // Естественные и технические науки, Москва, Издательство "Спутник+", 2011, № 5 (55), – С. 336-342.

СТЕКЛОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБЛИЦОВКИ ФАСАДОВ ЗДАНИЙ

Береговой В.А.

Д-р тех. наук профессор ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», Пенза

Сорокин Д.С.

Студент ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», Пенза

Снадин Е.В.

Аспирант ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», Пенза

На основе природных силицитов разработан компонентный состав сырьевых смесей защитно-декоративных стеклокристаллических материалов. Приведена схема изготовления материала, включающая четыре основных стадии. Подобраны Na-содержащие флюсующие добавки и красители в базовый состав. Полученный композит характеризуется плотностью 1400 кг/м³ и прочностью на сжатие 60 МПа, что достаточно для изготовления элементов облицовки фасада зданий.

Ключевые слова: природные силициты; стеклокристаллические материалы; модификация состава, свойства

GLASS-CRYSTAL MATERIALS FOR FACADE CLADDING

Beregovoi V.A.

Dr. Tech. Sci., Professor of Penza State University of Architecture and Construction, Penza

Sorokin D.S.

Student of Penza State University of Architecture and Construction, Penza

Snadin E.V.

Graduate student of Penza State University of Architecture and Construction, Penza

On the basis of natural silicites, the component composition of raw mixtures of protective-decorative glass-crystalline materials was developed. The scheme of fabrication of the material is presented, which includes four main stages. Na-containing fluxing additives and dyes in the base composition were selected. The resulting composite is characterized by a density of 1400 kg/m³

and a compressive strength of 60 MPa, which is sufficient for manufacturing facade elements of the facade of buildings.

Keywords: natural silicites; glass-crystalline materials; composition modification, properties.

Разработка способов удешевления технологий получения негорючих облицовочных материалов для отделки фасадных групп является актуальной технической задачей. Она может быть достигнута внедрением ресурсосберегающих рецептурно-технологических решений в существующие производственные процессы.

Современные конструктивные варианты защитно-декоративной облицовки зданий предусматривают применение природного камня, искусственного гранита, асбоцемента, алюминия, стали, пластмасс или композитов. Повышение требований к противопожарной защите и архитектурной выразительности фасадов вызывает необходимость выработки улучшенных составов архитектурно-строительных материалов. В этой функциональной группе высокий потенциал конкурентоспособности имеют стеклокристаллические композиты.

Исходя из особенностей изготовления, стеклокристаллиты легко поддаются оптимизации по требуемому комплексу свойств. Этому способствует прочность матричного вещества, высокая твердость и морозостойкость (более 150 циклов), а также возможность объемного окрашивания в широкую цветовую палитру. Доступной сырьевой базой является стекольный бой – многотоннажный и постоянно пополняемый техногенный отход. Его утилизация решает актуальную проблему уменьшения экологической нагрузки на территориях, прилегающих к полигонам ТБО.

На примере кремнистых опок проведены исследования по использованию природных силицитов в качестве основы рецептурных смесей для изготовления композитов на стекольной матрице. Образцы материала изготавливали в следующем порядке [1]:

1. Предварительный этап – измельчение опоки и ее смешивание с химическими добавками для получения шихты;
2. Варка «губчатого» стекла из шихты заданного химического состава;
3. Измельчение полученного продукта и смешивание с добавками;
4. Повторный расплав и синтез микроструктуры с заданным фазовым составом.

Шихта состояла из смеси двух компонентов – порошка опоки и Na-содержащих флюсующих добавок (Na_2CO_3 , Na_2SO_4 , Na_2SiO_3 , NaNO_3 , KNO_3 , K_2CO_3). В зависимости от требований цвет композита варьируется от красного до фиолетового путем введения в базовый состав соответствующего красителя [2]: F_2O_3 (желтый, коричневый цвет); $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (зеленый цвет); MnO_2 (фиолетовый цвет); CoO (синий); CuO (красный).

Перед обжигом массу компактировали для ускорения процесса спекания, а также операций по загрузке и выгрузке из печи. Обжиг при температуре 800...900 °С осуществляли в течение 1..2 часов. После быстрого охлаждения масса структурировалась в виде губчатого стекла, состоящего стекла и равномерно распределенных в нем частиц кристаллической фазы.

Стеклокомпозит синтезировали на заключительном этапе. Для этого губчатое стекло измельчали до тонкодисперсного порошка, из которого формовали сырьевые заготовки. Окончательные параметры микроструктура композита приобретала после вторичного нагрева до 940...960°С (рис. 1 и рис. 2).

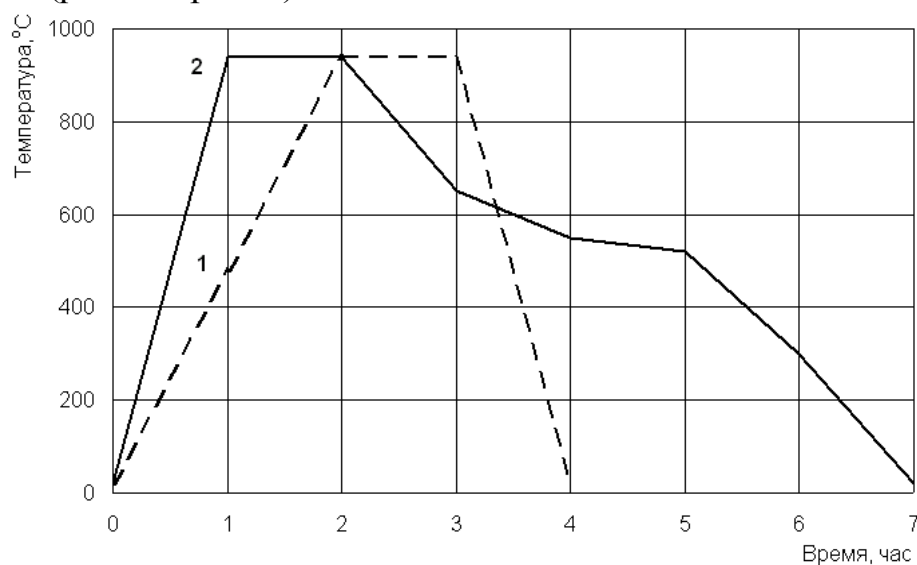


Рисунок 1 – Температурный режим варки: 1 – губчатое стекло; 2 – стеклокомпозит



Рисунок 2 – Образцы материала

Результаты испытаний стеклокомпозитов показаны на рис. 3. В качестве удешевляющих компонентов были опробованы порошки на основе тонкомолотого боя стекла. При этом учитывалась возможность экономии энергии в производстве материала, поскольку известно, что увеличение количества стеклбоя в стекольных шихтах на каждые 10% приводит к экономии топлива на 2,5...4,5% [3].

Анализ данных показывает, что введение в базовый состав стеклянного порошка в количестве 20 % приводит к снижению средней плотности материала до 950...1000 кг/м³.

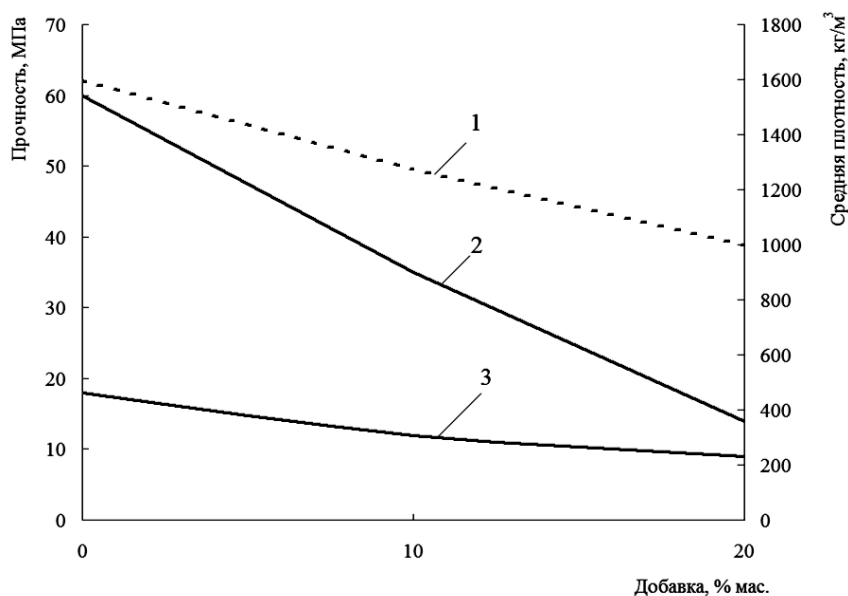


Рисунок 3 – Влияние добавки порошка стекла на свойства композита: 1 – средняя плотность; 2 – прочность на сжатие; 3 – прочность при изгибе

Результаты исследований показывают перспективность использования сырьевых смесей, включающих природные силициты и порошок стеклосы, в технологии стеклокристаллических материалов для защитно-декоративной облицовки зданий.

Список литературы:

1. Береговой В.А., Сорокин Д.С. Декоративные стеклокристаллические материалы для облицовки фасадов зданий / Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт: Материалы 4-й МНПК. Тамбов: ТГТУ, 2017 – С.229-234.
2. Береговой, В.А. Эффективные теплоизоляционные материалы с регулируемыми декоративными свойствами на основе опочных горных пород /Береговой В.А., Сорокин Д.С., Береговой А.М. //Региональная архитектура и строительство. – 2014. – № 2. – С. 84...88.
3. Moore H. Glass container technology. // Glass Industry. –1983. –Vol.64. –№2. – P.14...17.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА И МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗНОСА АБРАЗИВОМ ТВЁРДЫХ СПЛАВОВ «КАРБИД ТИТАНА - ЖЕЛЕЗО»*

Берсенева И.О.

*Магистрант ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет»,
Вологда*

Комиссарова И.И.

*Канд. техн. наук, доцент ФГБОУ ВО «Вологодский государственный
университет», Вологда*

Установка и методика для оценки величины износа экспериментальным путем. Установка состоит из вращающегося барабана с контртелом внутри, держателя образца и механизмом осциллирующей подачи. Проанализированы результаты исследований образцов с твердым сплавом карбид титана – железо. Смоделирована теоретическая величина износа в зависимости от состава материала.

Ключевые слова: изнашивание; барабан с контртелом; установка, карбид титана.

EXPERIMENTAL EVALUATION AND MODELING OF THE WEARABRASIVE CARBIDE «TITANIUM CARBIDE - IRON»

Berseneva I.O.

Graduate student of Vologda State University, Vologda

Komissarova I.I.

Cand. Tech. Sci., Associate Professor Vologda State University, Vologda

Installation and methodology for estimating the value of wear by the experimental method. The installation consists of a rotating drum with a counterbody inside, a sample holder and an oscillating feeder mechanism. The results of investigations of samples with a hard alloy of titanium carbide-iron are analyzed. The theoretical value of wear is modeled depending on the composition of the material.

Keywords: drum with countertop; installation, titanium carbide.

Износостойкость является одним из ключевых показателей долговечности работы деталей, инструментов, машин и механизмов. Результат процесса изнашивания (износ) может проявляться по-разному: ухудшение рабочих характеристик, изменение форм и размеров деталей,

* Научный руководитель С.В. Яняк, канд. тех. наук, доцент.

повышение температур в зоне контакта деталей, люфты и прочие нежелательные последствия.

Изнашивание является сложным процессом, зависящим от большого количества факторов и условий. Износостойкость имеет слабую корреляционную связь с другими механическими свойствами и всегда нуждается в прямой экспериментальной оценке так как теоретический расчёт износостойкости затруднителен и не всегда адекватен.

В связи с этим необходимо проведение натурных, производственных и лабораторных испытаний износостойкости. Большинство известных установок имеют ряд недостатков, как функциональных, так и конструктивных. К основным функциональным недостаткам можно отнести такие как: невозможность воспроизводить и комбинировать различные механизмы изнашивания, невозможность варьирования факторов износа. К основным конструктивным недостаткам относятся: сложность конструкции, сложность форм образцов и контртел.

Нами предлагается разработанная установка [1] и методика по экспериментальному исследованию износостойкости материалов.

Процесс изнашивания на установке происходит в результате трения образца о поверхность контртела. В качестве контртела выступает поверхность материала, размещенного внутри барабана. Барабан установлен на шпиндель токарного станка через переходной фланец и совершает вращательное движение. Исследуемый образец устанавливается в держатель образцов, который соединен через ползун с приводом осциллирующей подачи. Привод и ползун размещаются на плите, которая в свою очередь устанавливается в резцедержатель токарного станка. Движение контртела является основным, движение образца – вспомогательным. Суппорт станка позволяет разместить держатель образца внутри барабана. Установка позволяет регулировать силу прижатия образца к контртелу за счет изменения силы сжатия пружины и применения пружин с разным диаметром проволоки. Общий вид установки показан на рис. 1.

Установка позволяет проводить и комбинировать испытания с различными механизмами изнашивания, варьировать условия и интенсивность процессов. В разработанной установке можно изучать влияние на изнашивание следующих факторов:

1. Сила контактного взаимодействия образца (детали) и контртела.
2. Скорость скольжения образца по контртелу.
3. Скорость качения носителя образцов по контртелу.
4. Амплитуды (энергии) ударного воздействия образца на контртело.
5. Жидкая среда, которая может использоваться в качестве смазки или в качестве носителя абразива. Варьируется состав и количество жидкости.
6. Абразивный материал (состав, размер, количество).
7. Шероховатость поверхности контртела и образца.
8. Площадь контакта образца и контртела.

9. Свойства и структура материала.

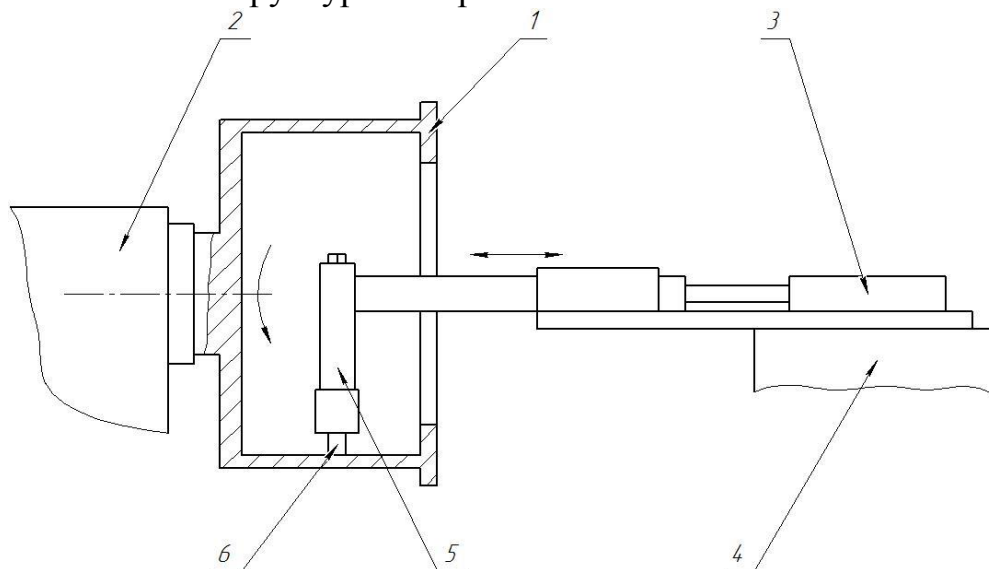


Рисунок 1 – Установка для исследования износостойкости: 1 – барабан; 2 – шпиндель токарного станка; 3 – механизм подачи образцов; 4 – суппорт токарного станка; 5 – держатель образцов; 6 – образец

Для получения корректного результата следует соблюдать методику подготовки, проведения и оценки результатов эксперимента, которая состоит из следующих пунктов:

1. Выбор объекта исследования.
2. Определение условий и механизмов изнашивания.
3. Выбор формы и размеров образца.
4. Изготовление образца.
5. Выбор режимов изнашивания.
6. Выбор средств измерения.
7. Подготовка установки.
8. Измерение (до изнашивания).
9. Экспериментальное изнашивание.
10. Измерение (после изнашивания).
11. Обработка экспериментальных данных.
12. Интерпретация, оценка физической сущности, адекватности результатов.
13. Выводы. Практические рекомендации.

Произведен анализ данных по экспериментальному исследованию износостойкости твердых сплавов «карбид титана – железо». На основе полученных данных было произведено моделирование результата изнашивания в зависимости от процентного содержания карбида титана. Испытания проводились на прототипе описанной установки. В табл. 1 приведены результаты испытаний. Опыт 1-9 проводился методом экспериментально-математического моделирования с варьированием таких условий как: состав материала, удельные контактные силы взаимодействия, скорость скольжения образца по контртелу. Опыты 10-13

проводились методом однофакторного эксперимента с варьированием только состава материала.

Таблица 1

Экспериментальные данные износостойкости твердых сплавов.

№ п/п	Содержание карбидов титана, % масс.	Контактная сила, Н	Скорость скольжения, м/с	Износ абразивом, мг
1	90	7,5	6	1,8
2	90	32	6	8,1
3	90	7,5	24	9,6
4	70	7,5	6	4,2
5	90	32	24	39,4
6	70	32	6	19,7
7	70	7,5	24	20,2
8	70	32	24	86
9	80	20	15	22,8
10	70	7,5	24	20,2
11	80	7,5	24	14,5
12	85	7,5	24	9,0
13	90	7,5	24	9,6

Результатами проведенных работ стали:

1. Натурализованная модель:

$$\Delta_u = 23,625 + 1,174(P - 20) + 1,686(V - 15) + 0,89(Fe - 20) + 1,979(P - 20)(V - 15) + 1,045(P - 20)(Fe - 20) + 1,5(V - 15)(Fe - 20) + 1,762(P - 20)(V - 15)(Fe - 20), \text{ мг}$$

2. Формализованная модель (уравнение регрессии):

$$y = 23,625 + 14,675X_1 + 15,175X_2 + 8,9X_3 + 9,225X_1X_2 + 5,65X_1X_3 + 5,4X_2X_3 + 3,35X_1X_2X_3$$

С помощью формализованной модели выполняется теоретический расчет величины износа, результаты расчета приведены в табл. 2.

Таблица 2

Расчётные значения износостойкости твердых сплавов

№ п/п	Fe, (%)	TiC, (%)	X ₃	Δ _U теор.
1	30	70	1	20,2
2	27,5	72,5	0,75	18,875
3	25	75	0,5	17,55
4	22,5	77,5	0,25	16,225
5	20	80	0	14,9
6	17,5	82,5	-0,25	13,575
7	15	85	-0,5	12,25
8	12,5	87,5	-0,75	10,925
9	10	90	-1	9,6

Для сравнения были составлены диаграммы по результатам однофакторного эксперимента и расчетным значениям (рис. 2).

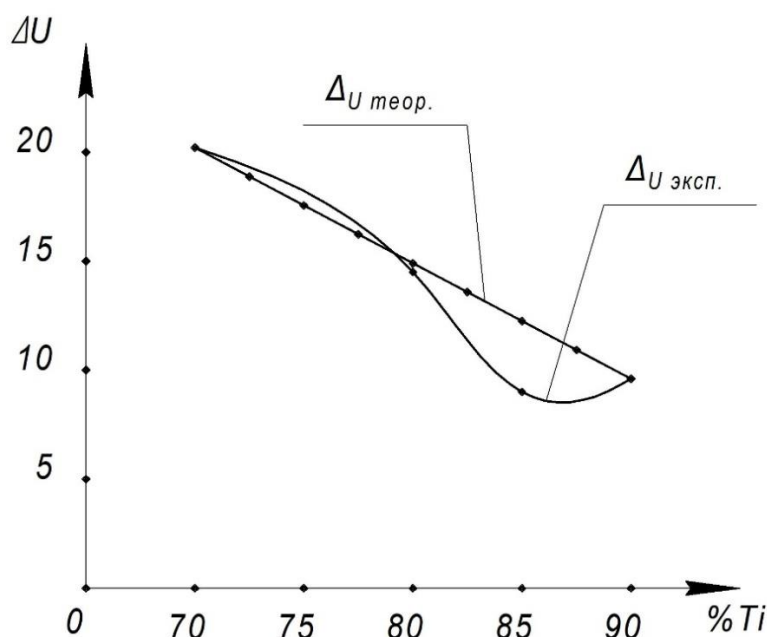


Рисунок 2 – Графики экспериментального и теоретического износа

Анализируя полученные графики можно сделать ряд выводы. Теоретическая величина износа от состава материала имеет линейную зависимость. Экспериментальный и теоретический значения сходятся в крайних точках. Теоретический и экспериментальный графики имеют схожие значения в промежутке от 70 до 80% Ti. Следует отметить значительное расхождение графиков в промежутке с 80 до 90% Ti, это обусловлено тем, что экстремальные значения не могут быть определены при помощи математических моделей, а именно они чаще всего являются наиболее оптимальными.

Список литературы:

1. Яняк С.В. Метод и установка для достоверной оценки износостойкости / С.В. Яняк, Е.А. Брынин, А.А. Пименов. – Вузовская наука региону. – ВоГТУ, Вологда 2007. – С. 117-118.
2. Яняк С.В. Методика экспериментально-математического моделирования / С.В. Яняк, И.И. Комиссарова, И.В. Стратий // Математическое и экспериментальное моделирование физических процессов: сборник материалов Всероссийской заочной научно-практической конференции/ Приамур. гос. ун-т. им. Шолом-Алейхема. – Биробиджан, 2015. – С. 208-214.

ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАКАЗОВ НА ИЗГОТОВЛЕНИЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ НА БАЗЕ ЕДИНОЙ ОНЛАЙН-ПЛАТФОРМЫ

Бритвина А.С.

*Магистрант ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет»,
Вологда*

Раков В.А.

*Канд. тех. наук, доцент ФГБОУ ВО «Вологодский государственный
университет», Вологда*

Изготовление деталей частными связано с поиском машиностроительных предприятий. Заказчик вынужден самостоятельно искать изготовителей. Существует необходимость создания единой платформы, которая обеспечила бы прием заказов на изготовление машиностроительных деталей в любом объеме. Система сбора заказов, использующая онлайн-конструктор, позволяет упростить изготовление машиностроительных деталей; дополнительно загрузить производство машиностроительных предприятий; повысить доступность машиностроительного комплекса.

Ключевые слова: машиностроение, детали, поиск изготовителей, создание онлайн-платформы, удобство, доступность.

ORGANIZATION OF ORDERS FOR MANUFACTURING OF MACHINE-BUILDING PRODUCTS ON THE BASIS OF A SINGLE ONLINE PLATFORM

Britvina A.S.

Graduate student of Vologda State University, Vologda

Rakov V.A.

Cand. Tech. Sci., Associate Professor of Vologda State University, Vologda

The manufacture of parts is connected with the search for machine-building enterprises. The customer is forced to independently look for manufacturers. There is a need to create a single platform that would ensure the receipt of orders for the manufacture of engineering parts in any amount. The system of collection of orders, using the online designer, allows you to simplify the manufacture of engineering parts; in addition to load the production of machine-building enterprises; increase the availability of machine-building complex.

Keywords: machine building, parts, search for manufacturers, creating an online platform, convenience, accessibility.

На сегодняшний день изготовление машиностроительных деталей частными лицами и небольшими компаниями связано с необходимостью поиска машиностроительных предприятий. Для этого заказчик или частное лицо, желающее изготовить деталь, вынуждено самостоятельно искать изготовителей, договариваться с ними об условиях, стоимости изготовления, на что требуется немало времени.

Крупные машиностроительные предприятия не всегда могут обеспечить постоянную загрузку оборудования из-за отсутствия заказов. При этом, как правило, работа по крупным заказам осуществляется через поиск с использованием интернет-ресурсов, сайтов предприятий, систем государственных закупок, где необходимо просматривать интересующую информацию или заказы уже существующих действующих предприятий, с которыми налажены постоянные отношения.

Заказы деталей мелкими сериями или штучное изготовление крупные предприятия может и не заинтересовать. Это значит, что существует необходимость в создании единой платформы, которая обеспечила бы прием заказов на изготовление машиностроительных деталей в любом объеме (от штучного до серийного) и информирование машиностроительных предприятий об имеющихся предложениях. Это позволило бы выровнять загрузку машиностроительных предприятий и обеспечить выполнение маленьких заказов. Такое объединение возможно при создании общей для небольших машиностроительных предприятий и всех заказчиков «онлайн-платформы».

Например, на базе интернет-сайта с возможным конструированием и представлением деталей в онлайн-режиме. Основываясь на опыте конструирования деревянных домов, а возможно также о встраивании в сайт автоматизированных калькуляторов расчета стоимости заказа (рис. 1).



Рисунок 1 – Пример онлайн-конструктора деревянных домов

По нашему мнению существующие подходы, реализованные в онлайн-платформах интернет ритейлеров и частных предприятий, могут быть использованы для создания аналогичной системы в мелкосерийном и штучном машиностроении.

На рис. 2 представлена функциональная схема работы онлайн-платформы заказа машиностроительных изделий.

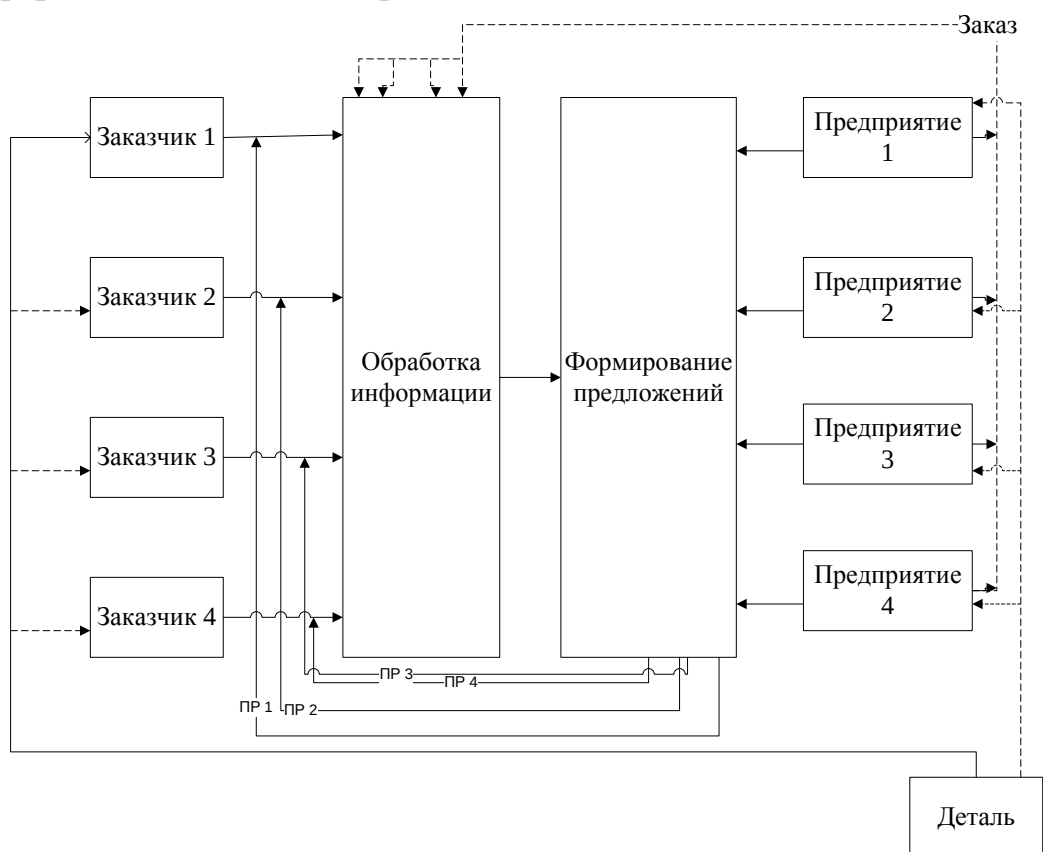


Рисунок 2 – Предлагаемая функциональная схема организации потока заказов

В предложенной схеме заказчик 1-4 обращается на единую онлайн-платформу, где осуществляется прием заказа и обработка информации. При этом заказчик может использовать различные способы передачи информации о заказе.

После получения информации автоматическая система платформы формирует предложения для имеющихся машиностроительных предприятий. При этом учитывая технические возможности каждого из них.

Предприятия 1-4 получают информацию о заказах и при заинтересованности отправляют информацию обратно в онлайн-платформу с указанием условий выполнения заказа. Предприятия выносят информацию о роках выполнения, цене, минимальном количестве и т.д.

На основе информации о предложениях предприятий ранжируют ее по основным критериям и отправляют заказчику 1-4 на рассмотрение.

Заказчик 1-4, рассмотрев полученную информацию, может принять любое предложение от предприятий или отказаться от них.

А так же онлайн-платформа может показывать рейтинг предприятий, по отзывам уже имеющихся выполненных заказов.

Преимуществами для заказчиков единой онлайн-платформы является:

- отсутствие необходимости в поиске возможных изготовителей;
- отсутствие необходимости устанавливать специальное приложение и программное обеспечение;
- возможность определения предварительной стоимости изготовления;
- отсутствие необходимости в составлении сложной документации для выполнения заказа;
- отсутствие необходимости тратить время на переговоры с возможными изготовителями.

Преимуществами для малых машиностроительных предприятий является:

- возможность дополнительной загрузки производства за счет привлечения штучных и мелкосерийных заказов;
- упрощение поиска заказчиков.

В статье использованы следующие методы исследования: анализ существующих инженерных конструкторов для изготовления деталей; оценка стоимости изготовления деталей, трудозатрат; моделирование алгоритмов сбора информации об изготавливаемой детали; обобщение существующих возможностей для онлайн-конструирования детали.

Для реализации предложенного алгоритма взаимодействия необходимо упростить процедуру заказа детали в режиме диалога заказчика с программой. Для этого требуется сформировать справочники готовых машиностроительных изделий. В справочниках должны быть собраны виды стандартных изделий, типы материалов, способы и виды обработки деталей.

Разработка онлайн-конструктора, позволяющего создавать модель требуемой для изготовления детали без необходимости установки дополнительного программного обеспечения любым интернет-пользователям с помощью стандартного набора инструментов.

В заключении можно сказать, что предлагаемая система сбора заказов, использующая онлайн-конструктор, позволяет упростить изготовление машиностроительных деталей; дополнительно загрузить производство машиностроительных предприятий; повысить доступность машиностроительного комплекса для широкого круга людей.

Список литературы:

1. Сайт онлайн-заказа деревянных домов. [Электронный ресурс] // Добротой - Режим доступа: <http://www.domvspsb.ru/> – дата обращения: 30.03.2018.

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ НА БАЗЕ МАЛОДЕБИТНОЙ СКВАЖИНЫ

Водовозов А.М.

Канд. техн. наук, профессор ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет», Вологда

Колесова Л.Н.

*Студент ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет»,
Вологда*

Система водоснабжения на основе скважины рассмотрена как замкнутая система автоматического управления с релейным регулятором. В математическом пакете ScilabXcos создана математическая модель системы, включающая в себя описание скважины, насоса, гидроаккумулятора и реле давления. Проведены исследования для центробежных насосов фирмы Grundfos. Выявлены оптимальные настройки системы, обеспечивающие максимум производительности при заданном дебите скважины, ограничениях на количество включений насоса и динамический уровень воды в скважине.

Ключевые слова: система водоснабжения, скважина, дебит, центробежный насос, моделирование, ScilabXcos, оптимизация.

ANALYSIS SYSTEMS OF INDIVIDUAL WATER SUPPLY ON THE BASE OF THE WELL LOW PRODUCTION RATE

Vodovozov A.M.

Cand. Tech. Sci., Professor of Vologda State Technical University, Vologda

Kolesova L.N.

Student of Vologda State Technical University, Vologda

The water supply system based on the well is considered as a closed automatic control system with a relay controller. In the mathematical package Scilab Xcos, a mathematical model of the system is created, which includes a description of the well, pump, accumulator and pressure switch. Studies have been carried out for Grundfos centrifugal pumps. Optimum system settings were revealed, which ensure maximum productivity at a given well production rate, limitations on the number of pump inclusions and the dynamic water level in the well.

Keywords: water supply system, well, flow rate, centrifugal pump, modeling, Scilab Xcos, optimization.

Создание автономной системы водоснабжения на основе скважины зачастую является оптимальным решением задачи обеспечения комфортных условий проживания в индивидуальном жилищном строительстве [1]. Распространенным бюджетным решением задачи является бурение скважины на глубину 30-50 м до первого песчаного водоносного слоя. Полученные в результате скважины работоспособны, но их дебит, как правило, достаточен для покрытия среднесуточной потребности в воде, но явно недостаточен для компенсации сезонных пиковых нагрузок на систему водоснабжения.

Многочисленные производители для решения аналогичных задач предлагают комплектные решения, состоящие из погружного насоса, гидроаккумулятора и микропроцессорной системы управления, обеспечивающей стабилизацию давления в системе при изменениях расхода [1,2]. Изменения давления в системе, происходящие при изменениях расхода, фиксируются микроконтроллером [3], который принимает решения о включении и отключении насоса. Насос при этом работает в повторно-кратковременном режиме, обеспечивая загрузку гидроаккумулятора. Динамический уровень воды в скважине, который является критическим параметром при использовании малодебитных скважин, в известных решениях не контролируется, что существенно ограничивает возможности их использования.

Для поиска решения система водоснабжения рассматривалась как замкнутая система автоматического управления с релейным регулятором. В математическом пакете ScilabXcos, являющемся программным обеспечением с открытым кодом, создана динамическая модель системы, включающая в себя описание скважины, насоса, гидроаккумулятора и реле давления. При моделировании насоса использовалось описание его напорной характеристики нелинейным уравнением, гидроаккумулятор рассматривался как инерционное звено первого порядка, микроконтроллер – как элемент с релейной характеристикой. Скважина, как источник воды, описана через её показатели дебита и объема [4].

На рис. 1 показан пример результатов моделирования, отражающий процесс включения насоса и изменения уровня воды в скважине.

Исследования проводились для центробежных насосов фирмы Grundfos производительностью 1-2 м³/час, обеспечивающих напор до 100 м. Результаты отражены в табл. 1. Видно, что максимальный напор насоса $H_{\max}$, его максимальная производительность насоса $Q_{\max}$, количество включений насоса в час N и динамический уровень воды в скважине H .

Исследования показывают, что динамический уровень воды в скважине H и количество включений насоса N определяются только расходом воды в системе и не зависят от его параметров.

Дальнейших исследований позволили выявить оптимальные настройки системы, обеспечивающие при заданном дебите скважины (100

л/час) и ограничениях на количество включений насоса (не более 30 в час) и динамический уровень воды в скважине (не более 30 м) максимум производительности. При заданных параметрах системы оптимальная настройка обеспечивает надежную работу при расходе до 80 л/час и минимальные затраты энергии на обеспечение работы системы [5].

Таблица 1

Результаты исследований

Модель насоса	$H_{\max}$	$Q_{\max}$	H	N в час
SP1A-28	162	1,7	22,5	21,6
SP1A-36	199	1,7	22,5	21,6
SP1A-21	121	1,7	22,5	21,6
SP1A-14	81	1,7	22,5	21,6
SP2A-13	76,2	3	22,5	21,6
SP2A-18	205,8	3	22,5	21,6

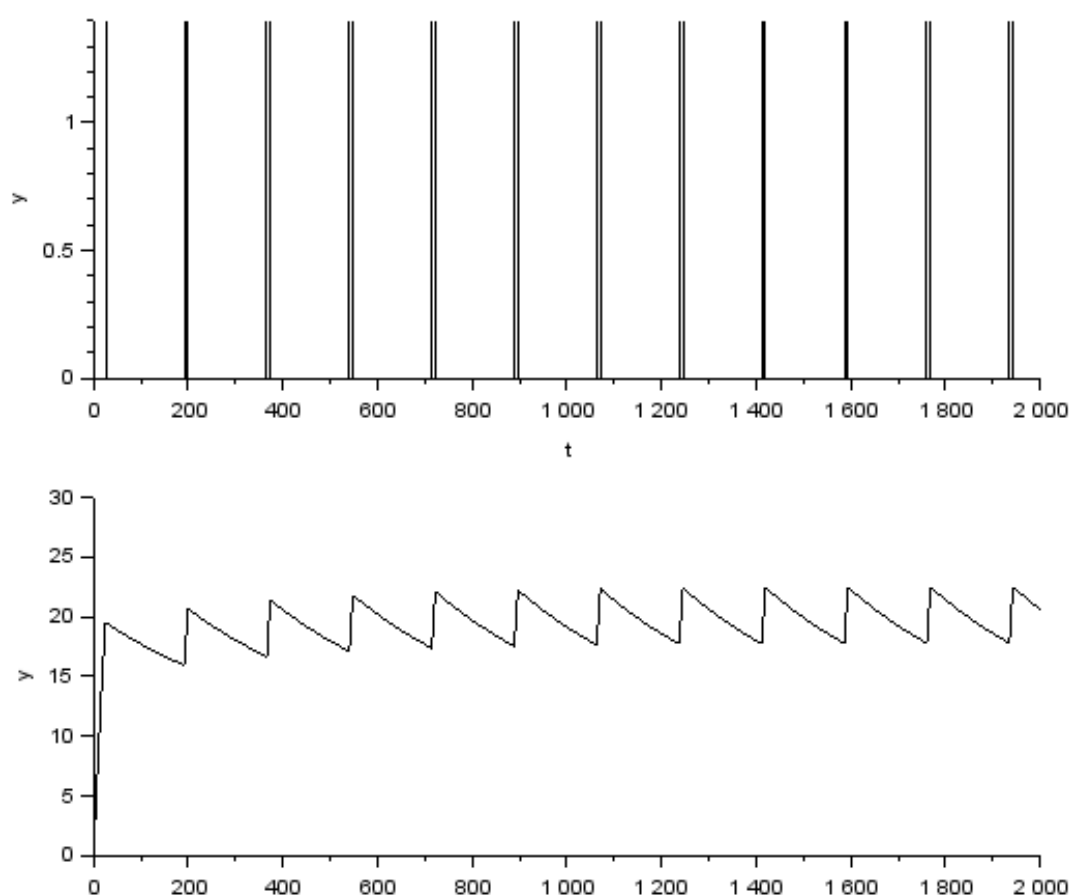


Рисунок 1 – Изменения расхода и динамического уровня воды в скважине

По результатам работы оформлена заявка на государственную регистрацию разработанной программы моделирования.

Список литературы:

1. Латушкин Ю.М., Водовозов А.М., Летавин И.Д. Система автоматизации жилого дома на платформе Arduino // Наука сегодня: сборник научных трудов по материалам VII международной научно-практической конференции: в 4 частях. Научный центр «Диспут». 2015. С. 74-75.

2. Водовозов А.М. Адаптивная система управления скважинного насоса // Автоматизация и энергосбережение машиностроительного и металлургического производств, технология и надежность машин, приборов и оборудования: Материалы XII Международной научно-технической конференции. 2017. С. 71-74.
3. Водовозов А.М. Микроконтроллеры для систем автоматики: учебное пособие. Вологда, ВоГУ, 2015. 224 с.
4. Колесова Л.Н. Двухконтурная система управления погружным насосом системы автономного водоснабжения // Материалы межрегиональной научной конференции XI Ежегодной научной сессии аспирантов и молодых ученых в 3-х томах. Вологда: ВоГУ. 2017. С. 23-25.
5. Водовозов А.М., Черняева Н.Н. Анализ энергетических характеристик скважинных насосов // Энергетика. Инновационные направления в энергетике. CALS-технологии в энергетике: материалы XI Всероссийской научно-технической интернет-конференции. Пермь: ПНИПУ. 2017.

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ НЕСЪЕМНОЙ ОПАЛУБКИ

Волков Р.М.

*Магистр ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет»,
Вологда*

В данной статье проведен анализ применения пяти популярных несъемных опалубок: Isodom, Plastbau3, Cota, Durisol и Velox. Приведен краткий обзор применения каждой опалубки, где и как они применяются в строительстве. В конце статьи приведен вывод применения с указанием плюсов и недостатков по каждой опалубке.

Ключевые слова: анализ; применение; несъёмные; опалубка; строительство; Isodom; Plastbau3; Cota; Durisol; Velox.

ANALYSIS USE OF SYSTEMS A FIXED TIMBERING

Volkov R.M.

Master of Vologda State University, Vologda

In this article the analysis of use between five popular fixed timberings: Isodom, Plastbau3, Cota, Durisol and Velox. At the beginning the short review of use of each timbering where and as they are used in construction is selected. At the end of article, a use conclusion with the indication of pluses and shortcomings on each timbering is given.

Keywords: analysis; use; fixed; timbering; construction; Isodom; Plastbau3; Cota; Durisol; Velox.

Опалубка несъемного типа - представляет собой блоки или панели, состоящие из множества различных материалов, монтирующих в одну опалубочную систему, вследствие чего, после окончательной сборки наполняется, путем заливки бетонной смеси. Опалубочные системы данного типа значительно повышают скорость строительства, в основном своей простотой устройства, путем комбинирования этапов возведения зданий. После застывания бетонной смеси, несъемная опалубка становится неотъемлемой частью конструкции стен здания.

Несъемная опалубка ISODOM.

Созданные из прочного самозатухающего пенополистирола части несъемной опалубочной системы "ISODOM", в форме пустотелых блоков, армированного каркаса и заполненные бетонной смесью, образуют собой комплексную систему для строительства стен объектов разнообразных типов. Для надежного скрепления блоков, удобоукладываемости и избегания случаев вытекания бетонной смеси, используется уникальная

конструкция замков, подобная система используется в известнейшей игре для детей "LEGO".

Опалубку "ISODOM" используют для строительства жилых зданий высотой до 8 этажей, зданий административного, общественного и производственного назначения, помещений с уровнем акустического шума, превышающего установленные нормы и строительства конструкций, поглощающих шум. Компании производят несколько различных модулей, для создания нужной конфигурации здания, такие как: модуль стеновой основной, модуль стеновой разборный, модуль угловой поворотный, перемычный модуль, модуль опоры перекрытия.

Толщина стен может быть 250, 300 или 350мм, где 150 мм – бетон, а остальное соответственно 100, 150 или 200мм пенополистирол. Однако при использовании разборных блоков с перемычками, изготавливаемыми по специальному заказу, толщина бетона может варьироваться в соответствии с расчетной нагрузкой.

Несъемная опалубка PLASTBAU-3.

Производимые элементы плит перекрытия и стен в совокупности собирают функционал опалубочной системы, изоляции звука, элементов утепляющей части, а также поверхности для отделочных работ. Пространственная монолитная связка из поперечных и железобетонных стен, перекрытий ребристого вида и горизонтальные рамы обвязочного типа, объединяющие плиты перекрытия и стены, представляют собой единую конструкцию несъемной опалубки.

При строительстве домов монолитного типа высотой до 17 этажей, либо высотой до 50 метров, жилого, индивидуального или многоквартирного типа зданий, а также общественного, производственного и административного назначения, применяют несъемные опалубки типа PLASTBAU-3. Данный тип опалубочной системы позволяет быстро и просто смонтировать единый каркас. Так же опалубочную систему PLASTBAU-3 можно монтировать без использования специализированных подъемников, за счет малого веса.

Опалубочная система подразделяется на два вида, для перегородок размером в высоту одного этажа возводимого здания и толщиной до 150 мм, для внутренних и наружных стен, высотой на один этаж строящегося здания и шириной до 1200 мм, все элементы из пенополистерола, а также прочие изделия и материалы, соответствующие необходимым нормативным документам. Отдельно выделяются элементы несъемной опалубки PLASTBAU-3 для перекрытий и покрытий из пенополистерола размерными габаритами, длинна до 9000мм, ширина до 600 мм, толщина до 200мм. Укладка таких перекрытий возможна как на строго горизонтальные поверхности, так и на поверхности с небольшим наклоном. Элементы несъемной опалубки могут быть изготовлены разной длины, но до 9000 мм, и разной формы, что открывает для архитекторов большое поприще для

творчества в строительстве и реконструкции зданий. Толщина бетонной стены может быть 120, 150, 200 или 250мм. Внутренний слой ППС50мм, внешний – 50, 100 или 150 мм.

Из-за малой гигроскопичности материала и высокой теплоизоляционной способности пенополистерола, его можно применять для возведения фундаментов, подземных и цокольных этажей.

Несъемная опалубка СОТА.

Несъемная опалубка СОТА выполнена из своеобразных сэндвич-панелей с армированным каркасом, главное назначение, это устройства несущих и не несущих стен повышенной теплоэффективности, плит перекрытий, лестничных маршей, фундаментов, формирования крыши для сооружений различного назначения, подразделяющимся на жилищные, гражданские и промышленные.

При появлении потребности в возведении сложно архитектурных криволинейных форм, прекрасно подойдет данная опалубочная система. Несъемная опалубка СОТА, очень экономична и имеет очень широкий круг применения, здания общественного назначения, спортивные комплексы, производственные помещения, ангары, пристройки, магазины, жилые дома. В случаях ограниченной нагрузки на грунт, также прекрасно подойдет данная система. Благодаря своей мобильности и легкости, армированные сэндвич-панели могут заменить железобетонные или деревянные перекрытия в домах жилого назначения, без использования дополнительной подъемно-переставной техники. Также легкие панели СОТА подойдут при реконструкции зданий, а при выполнении надстроек этажей сверх существующего здания, не требуется дополнительное усиление фундамента и стен здания.

Панели СОТА подойдут для строительства в стесненных условиях, где невозможна установка вспомогательной габаритной техники.

Несъемная опалубка DURISOL.

Опалубочную систему фирмы DURISOL используют для монолитного домостроения высотой до 16 этажей жилого назначения, зданий различного назначения, устройства ограждающих сооружений, помещений с повышенным уровнем шума и строительства конструкций для поглощения шума вдоль железнодорожных путей. Технология DURISOL включает в себя производства определенных блоков несъемной опалубки утвержденных параметров: длиной 500 мм, высотой 250 мм, толщиной 150, 220, 300 и 375 мм.

Несъемная опалубочная система подразделяется на блоки для строительства стен несущего назначения и межкомнатных перегородок, используются блоки, содержащие утепленные материалы для наружных стен, благодаря чему значительно повышается тепло сберегающая функция стен. Что бы повысить удобство монтажа предусмотрены угловые блоки. Высоко щелочные характеристики данных блоков, помогают наряду со

всеми свойствами, не впитывать влагу, что способствует предотвращению развития грибка и плесени. Следовательно, данная опалубочная система подойдет для устройства фундаментов, подземных и цокольных этажей. Плюсом является морозостойкость и способность сохранять свою структуру при резких перепадах температуры, низкая гигроскопичность, вследствие чего блоки можно складировать прямо на строительной площадке и проводить работы в зимний период.

Благодаря своей пористости и уникальности блоков, возможно, циркулировать водяной пар через стены на естественной основе, балансируются между собой как влажность воздуха, так и его температура в помещении. При необходимости, есть возможность изготовить блоки определенного типа и размера, из стандартных блоков DURISOL прямо на строительной площадке, так как блоки обладают некой податливостью.

Несъемная опалубка VELOX.

Несъемная опалубка фирмы "VELOX" применяется при строительстве многоэтажных зданий до 25 этажей, при малоэтажном строительстве, возведении коттеджей, также применяется в случаях реконструкции ветхого жилья. Удобная технология опалубки, позволяет с легкостью применять ее в условиях ограниченного пространства. В отличие от других фирм, производящих несъемные опалубочные системы, "VELOX" замечательно комбинируется с разнообразными по составу конструкциями здания. Благодаря своей структуре позволяет создавать всевозможные архитектурные формы фасада. Также возможна внешняя отделка панелями для утепления возводимой постройки.

Элементы системы "VELOX", предназначенные для фасада, скрепляются со зданием с помощью дюбелей к стене здания, а после завершается отделочными работами, данный процесс можно осуществлять в любое время года. Опалубка "VELOX" образуется путем скрепления пары щепоцементных панелей 2000×500 мм, и толщиной 35 мм, соединенных между собой хомутами из проволоки. Панели "VELOX" хорошо гвоздятся, фрезеруются, при этом обладая высокой прочностью, хорошо нарезаются. Из данных элементов производят все элементы опалубочной системы, включая откосы, колоны, коробка перекрытия.

Панели можно применять для устройства фундамента, цокольных этажей, за счет комбинации содержащихся в панелях элементов, хвойной щепы и жидкого стекла, и при этом защищая стены от плесени и насекомых. Вдобавок к остальным свойствам, панели "VELOX" имеют отличные показатели огнестойкости, и при этом не горят при сильном нагревании, а также не испускают вредных паров. При использовании данной системы значительно повышается уровень звукоизоляции, а именно погашение звука плитами "VELOX".

Таким образом, были выявлены недостатки применения систем несъемной опалубки ISODOM и PLASTBAU-3.

При строительстве с помощью этих систем, возникают проблемы, связанные с пожарной и экологической безопасностью.

Под действием солнечного света все без исключения полимерные материалы меняют свои свойства и пенополистирол не исключение, он разрушается, так что закрыть его облицовочным кирпичом или оштукатурить необходимо.

Необходимо обязательное устройство внешней отделки, либо кладки облицовочного кирпича, так как при воздействии солнечных лучей все полимерные материалы и пенополистирол, меняют свои свойства и разрушаются.

Из-за минимальной паропроницаемости пенополистерола, возникает необходимость в установке приточно-вытяжной вентиляции. Для удешевления системы, возможна установка пластиковых окон с микро проветриванием.

При строительстве домов с использованием технологии несъемной опалубки ИЗОДОМ, необходимо уделить особое внимание при заливке блоков раствором, с целью исключения пустот.

Преимущества применения опалубочных систем несъемного типа ISODOM и PLASTBAU-3.

Легкость устройства. Для надежного скрепления блоков, удобоукладываемости и избегания случаев вытекания бетонной смеси, используется уникальная конструкция замков, подобная система используется в известнейшей игре для детей "LEGO". Для надежного скрепления блоков, удобоукладываемости и избегания случаев вытекания бетонной смеси, используется уникальная конструкция замков, подобная система используется в известнейшей игре для детей "LEGO".

Высокие теплотехнические и звукоизоляционные характеристики стен.

Недостатки использования систем несъемной опалубки СОТА.

При возведении зданий и сооружений по технологии необходимо учесть сезонные ограничения. Возникает необходимость дополнительного устройства тепляков и поддержания в них комфортной температуры, так как при температуре ниже $+5^{\circ}\text{C}$ возникает трудность в работе по торкретированию, что связано с замедлением процесса твердения бетона.

Для поддержания термовлажностных условий, необходим "уход" за бетоном, используя систематической поливки бетона водой и укрытие.

Технология СОТА представляет собой разновидность возведения здания из железобетона. Поскольку панель СОТА содержит металлическую арматуру, требуется устройство заземленного контура. Обязательное заземление/зануление защитит здание от воздействия атмосферных разрядов – молнии.

Из-за минимальной паропроницаемости пенополистерола, возникает необходимость в установке приточно-вытяжной вентиляции. Для

удешевления системы, возможна установка пластиковых окон с микро проветриванием.

Преимущества использования системы несъемной опалубки COTA.

По сравнению с технологиями ISODOM или PLASTBAU-3, опалубка COTA благодаря 50 мм железобетонного изоляционного вкладыша по обе стороны, позволяет исключить взаимодействие пенополистерола и человека во время монтажа. Простота возведения стен и прокладки в них инженерных коммуникаций.

Возможность создания различных архитектурных форм.

Недостатки использования систем несъемной опалубки DURISOL и VELOX.

Возникает потребность в строгом контроле за заполнением блоков бетонной смесью, с целью исключения пустот в блоках при использовании несъемной опалубки фирмы DURISOL.

Преимущества использования систем несъемной опалубки DURISOL и VELOX.

Низкий коэффициент теплопроводности и как следствие наименьшая толщина несущих стен в сравнение с другими материалами.

Высокая биологическая стойкость, не возникает грибков и плесени на поверхности опалубки. Высокая степень устойчивости к воздействию огня.

Экологическая чистота материала. Поддается стопроцентной переработке.

Простота механической обработки. Долговечность, морозоустойчивость и устойчивость к резким перепадам температур. Высокая влагостойкость. Повышенная звукоизоляция.

Возведение высокоэтажных зданий. DURISOL до 17 этажей, VELOX-до 25.

Анализируя указанные выше данные недостатков и преимуществ использования опалубочных систем, я пришел к выводу, что наиболее приемлемым для возведения зданий и сооружений, будет применение системы несъемных опалубок DURISOL и VELOX, так как они обладают высокими параметрами морозоустойчивости, экологичности, долговечности и безопасны в использовании.

Список литературы:

1. *Технология строительства ИЗОДОМ*<http://www.izodom.ru/tehnologia.html>.
2. *Несъемная опалубка ПЛАСТБАУ-3* - www.parthenon-house.ru.
3. *Несъемная опалубка Velox и Durisol*<http://www.poselkispb.ru/stati/stroitelstvo/12466>.
4. *Ресурсосбережение при устройстве стен в индивидуальных домах. Погодин Д.А., Механиков В.М., Бурнякова Е.А. В сборнике: Актуальные вопросы современного строительства промышленных регионов России труды Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Сибирский государственный индустриальный университет, Архитектурно-строительный институт. 2016. С. 236-238.*

СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МАТЕРИАЛЬНО ОТВЕТСТВЕННОГО ЛИЦА

Волков А.К.

*Студент ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический
университет имени М.Т. Калашникова», Ижевск*

Работа посвящена актуальной теме поддержки материально ответственных лиц с применением современных информационных технологий.

Ключевые слова: информационные технологии; автоматизация; база данных.

THE SYSTEM OF AUTOMATION OF THE ACTIVITIES OF A MATERIALLY RESPONSIBLE PERSON

Volkov A.K.

*Student of Izhevsk State Technical University named after M.T. Kalashnikov,
Izhevsk*

The work is devoted to the actual topic of support of materially responsible persons using modern information technologies.

Keywords: information technologies; automation; database.

В нынешних условиях создания информационного общества залогом успеха работы любого предприятия является быстрое обеспечение лиц, принимающих решения данными о его ресурсах и воздействии факторов внешней среды. Системы бухгалтерского учета, используемые уже практически на всех предприятиях, дают руководству только учетную информацию, не располагая возможностями для ее анализа и подготовки принятия решений по управлению предприятием.

Реализация этих задач для каждого предприятия индивидуальна, поскольку связана непосредственно со спецификой его хозяйственной деятельности. Например, можно выделить работу [1] коллектива преподавателей и сотрудников кафедры, где проходит обучение автор статьи. Откликом этой специфики явилось создание информационных систем экономического анализа, обеспечивающих добавление данных управленческого учета, результатов экономической деятельности, анализ состояния финансов предприятия, а также анализ эффективности работы подразделений по различным критериям.

Информационные системы экономического анализа – это общее название группы программных средств, автоматизирующих различные задачи анализа экономической деятельности предприятия. Поскольку функция анализа связана неразрывно с другими функциями управления, то

информационные системы экономического анализа также взаимодействуют с другими информационными системами автоматизации управления предприятием, например, в рамках корпоративной информационной системы [2].

В связи с отсутствием необходимых программ автоматизации деятельности материально ответственного лица, была создана программа для решения этой проблемы. Также эта проблема затронута в работах [3-5]. Программа предназначена к применению в подразделениях группы компаний, участвующих в бизнес-процессах, связанных с технологическим оборудованием (служба инвентаризации, технологический отдел, производственные цеха предприятия и др.). Программа позволит создать единое информационное пространство и осуществлять поддержку процессов, связанных с обслуживанием технологического оборудования.

Решаемые задачи системой MariaDataBase (MDB):

1) поддержка принятия решений при подготовке, планировании, ремонта оборудования и выполнении технического обслуживания;

2) формирование графиков, планов, сводных отчетов для принятия решений.

3) ведение полной истории оборудования для последующего анализа;

4) информационная поддержка специалистов и руководителей, участвующих в учетных процессах, диспетчеризации и обслуживания технологического оборудования.

Цели внедрения системы в масштабе предприятия:

1) автоматизация получения аналитических отчетов и распечаток по принятым формам;

2) разделение труда: однократный ввод определенной части информации наиболее информированными пользователями и многократное использование ее другими пользователями, исключение дублирования ввода.

3) хранение истории в единой электронной базе данных;

4) автоматизация расчетов (составление сводных отчетов о простоях оборудования).

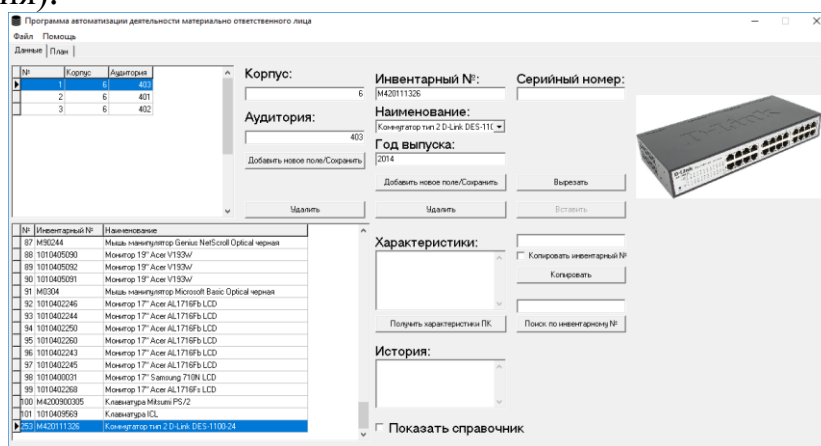


Рисунок 1 – Окно программы

В программе имеется панель технических сведений об оборудовании с указанием статуса состояния, технических характеристик, результата инвентаризации.

Панель поиска способствует более удобной работе со списком. Функция поиска перемещает курсор на нужную позицию в списке. Поиск осуществляется по инвентарному номеру. В программе предусмотрена возможность просмотра фотографии оборудования. Воспользовавшись закладкой «План», можно просмотреть общий план расположения оборудования по аудиториям и корпусам.

В программе есть функция хранения и создания истории перемещения и информации о ремонтах оборудования. В истории перемещения можно отображать следующие сведения:

- 1) откуда перемещено;
- 2) куда перемещено оборудование;
- 3) дата перемещения;
- 4) подразделение;
- 5) причина;
- 6) примечание.

Программа позволяет создавать отчеты по оборудованию, по всем или определенным аудиториям. Плюсы данной программы (MDB) перед конкурентами в этой отрасли следующие:

- 1) масштабируемость (возможность настройки программы под любое предприятие, независимо от его размеров);
- 2) историчность (в программе хранится весь жизненный цикл оборудования);
- 3) надежность (бесперебойная работа программы);
- 4) наглядность (удобство просмотра информации необходимого оборудования).

В результате работы была получена информационная система, облегчающая ответственному лицу поиск оборудования и составление инвентаризационных отчетов.

Список литературы:

1. Бас А.А., Благодатский Г.А., Чухланцев Е.С. Разработка информационной модели автоматизированной системы управления складскими помещениями для расчета индекса сезонности // Вестник ИжГТУ имени М.Т. Калашникова, № 2. – 2016. – с. 91-94.
2. Голкина Г.Е. Информационные системы экономического анализа учебное пособие / Г.Е. Голкина, Д.В. Денисов. – Электрон. текстовые данные. – М.: Евразийский открытый институт, 2009. – 132 с.
3. Хусаинова Г.Я., Хусаинов И.Г.. Автоматизация инвентаризации программных продуктов на предприятии. // Материалы конференции, № 4-1. – 2014. – с. 340-342.
4. Злобина М.И.. Автоматизация процессов инвентаризации.// Труды конференции– 2016. – с. 99-100.
5. Гладышев В.В. Современные способы автоматизации процесса инвентаризации // Научная статья, № 30-1. – 2011. – с. 210-213.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ФУНДАМЕНТА ПОД ВЫХЛОПНУЮ ТРУБУ

Глухов В.С.

Канд. техн. наук, профессор ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», Пенза

Глухова М.В.

Аспирант ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», Пенза

На примере возводимой 95-ти метровой выхлопной трубы завода рассмотрен проект фундамента из буронабивных призматических свай с уширением. Из анализа геологического разреза площадки очевидна трудоемкость выполнения указанного варианта. По результатам расчета свай с наконечником предложен способ оптимизации конструкции фундамента.

Ключевые слова: буронабивные сваи, свая с уширенной пятой, свая вдавливания, свая с наконечником, несущая способность, крен здания.

THE FOUNDATION ENHANCEMENT FOR THE EXHAUST PIPE

Glukhov V.S.

Cand. Tech. Sci., Professor of Penza State University of Architecture and Construction ", Penza

Glukhova M.V.

Graduate student of Penza State University of Architecture and Construction ", Penza

On the example of the 95-meter exhaust plant pipe under construction the foundation project of the bored prismatic piles with the broadening heel is considered. From the geological section analysis is obvious of the implementation complexity of this option. The piles-with-tip calculation results can optimize the proposed foundation.

Keywords: bored pile, pile with the broadening heel, pressing pile, pile-with-tip, bearing capacity, building tilt.

Характерной особенностью фундаментов под высотные сооружения являются, наряду с вертикальными нагрузками, значительные горизонтальные нагрузки и изгибающие моменты. При выборе оптимального варианта фундамента под выхлопную трубу диаметром 7,3 м и высотой 95 м завода БФ АО «Апатит» в г. Балакове учитывались

следующие нагрузки в уровне верхнего обреза ростверка: расчетная вертикальная нагрузка составила 16 000 кН, горизонтальная составляющая около 600 кН, изгибающий момент – 35 000 кН·м.

По первоначальному проекту в качестве фундаментов заложены буронабивные сваи длиной $l=16,5$ м, диаметром ствола $d=1,0$ м с уширением диаметром $d_y=2,0$ м.

При устройстве указанных свай скважина прорезает насыпной техногенный слой мощностью порядка $4\div5$ м, слой легкой тугопластичной пылеватой глины мощностью $5\div6$ м, и уширение располагается в слое мягкопластичного опесчанного суглинка (рис. 1). Общий объем буронабивной сваи составляет порядка $15,0$ м³.

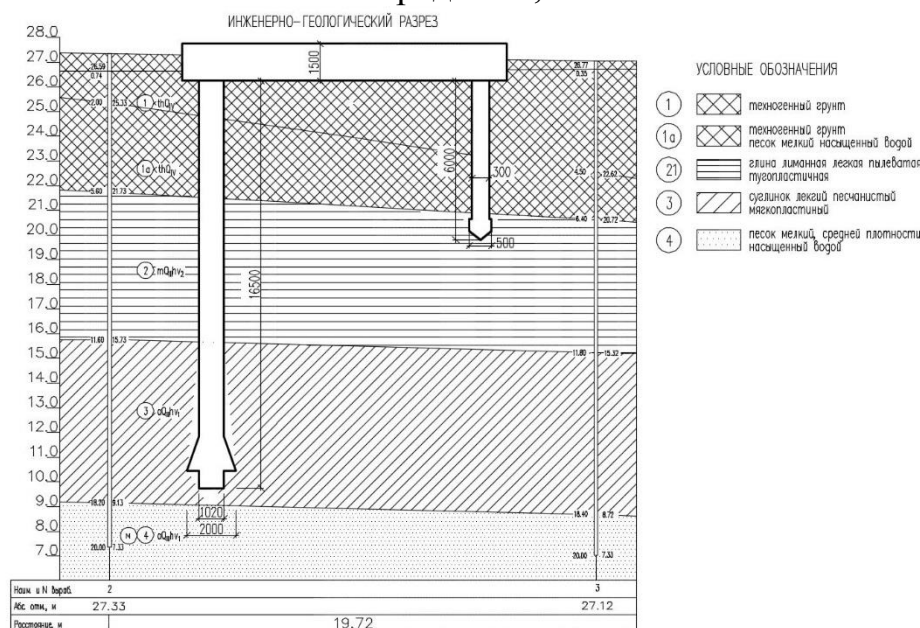


Рисунок 1 – Инженерно-геологические условия площадки с привязкой вариантов фундамента

Из анализа грунтовых условий, приведенных в табл. 1, видно, что уширение весьма сложно качественно выполнить в слое мягкопластичного суглинка.

В целом, учитывая трудоемкость производства работ и объем свай в количестве 24 штук с общим объемом 360 м³, сметная стоимость устройства свайного поля составляет около 6 800 тыс. руб.

Авторами предложено альтернативное решение в виде свай с наконечниками. Устройство свайного поля предусматривало применение технологии вдавливания [1]. Учитывая сочетание нагрузок, когда доминирующим усилием является изгибающий момент, сваи максимально располагались по периметру фундамента (рис. 2).

В ходе проектирования определены экстремальные нагрузки на крайние сваи. Расчетная максимальная нагрузка на крайнюю сваю составила 388 кН, минимальная – 33 кН. Длина сваи выбиралась из условия погружения в слой ИГЭ-2, представляющий собой пылеватую

тугопластичную глину. В целом свая прорезала насыпной техногенный слой и не менее чем на 1,0 м погружалась в ИГЭ-2.

Таблица 1

Инженерно-геологические характеристики условий площадки

№ ИГЭ	Название	Модуль деформации	Угол внутреннего трения	Удельное сцепление	Показатель текучести	Плотность	Плотность сухого грунта	Коэффициент пористости
		Е	φ	с	IL	γ	ρ_0	e
		МПа	°	кПа	д.е.	кН/м ³	кН/м ³	д.е.
1	техногенный грунт (глина, стр. мусор)	-	-	-	-	-	-	-
1а	техногенный грунт (песок)	-	-	-	-	-	-	-
2	глина тугопластичная	8	16	35	0,31	18,6	13,8	0,99
3	суглинок мягкопластичный	9	15	14	0,61	19,4	15,4	0,74
4	песок мелкий ср. плотности	24	27	2		19,5	15,6	0,7

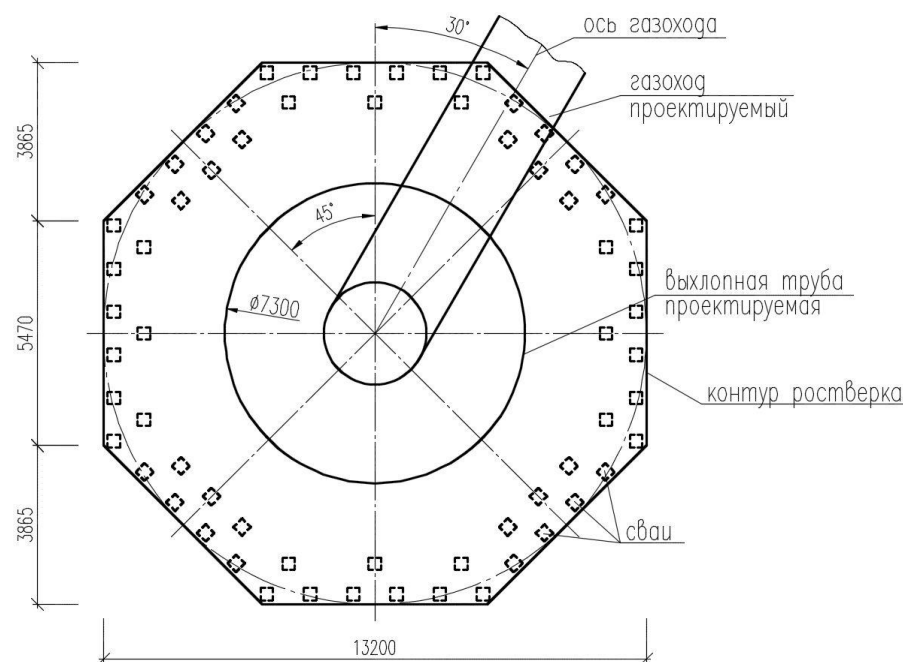


Рисунок 2 – План свайного поля и схема ростверка под выхлопную трубу

Свая состоит из ствола квадратного сечения 30×30 см призматической формы и наконечника квадратного сечения 50×50 см длиной $l_n=0,5$ м. Общая длина сваи $l=6,0$ м (рис. 3).

Несущая способность сваи главным образом складывалась из сопротивления грунта под наконечником и составляет 500 кН. По мере погружения сваи вдавливанием вдоль боковых граней формируются зазоры толщиной до 100 мм [2]. Указанные зазоры заполняются песком с послойным уплотнением.

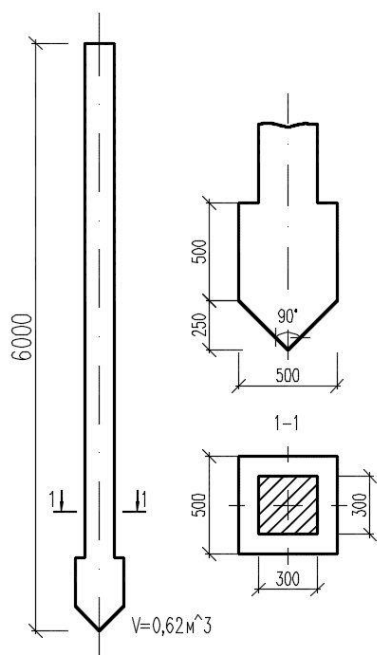


Рисунок 3 – Свая
вдавливания с
наконечником

В проекте принята расчетно-допускаемая нагрузка на сваю порядка 350 кН, количество свай – 62 шт. Сметная стоимость по данному варианту 4 900 тыс. руб. При этом технология не зависела от грунтовых вод и трудности заключались в возможных включениях бетона и железобетона в пределах существующей промышленной площадки.

В процессе вдавливания свай наряду с погружением на проектную отметку обеспечивалось достижение контролируемого усилия на сваю, которое составляло $N_k=420$ кН, на 20% превышая расчетно-допускаемую нагрузку на сваю.

На этапе проектирования особое внимание уделялось определению расчётного крена трубы, который по нормам не должен превышать 0,003. [3] По расчету указанный параметр составил $i=0,0018$. Указанное обеспечено технологией устройства свай, когда погружение последней сопровождается вытеснением грунта с последующим улучшением строительных свойств [4].

Работы по монтажу трубы завершились в ноябре 2017 года (рис. 4).



Рисунок 4 – Общий вид фундамента на этапе строительства в сентябре 2017 г.

При производстве работ по вдавливанию по мере достижения проектной отметки усилие вдавливания для всех свай превышало N_k и зафиксировано в диапазоне 470÷590 кН. Указанное подтверждает верность инженерных расчетов и позволяет сделать вывод о надёжности принятого варианта фундамента.

Список литературы:

1. Глухов В.С., Галова Ю.С., Дубова И.В. Вдавливание свай с наголовником // Актуальные проблемы современного фундаментостроения с учетом энергосберегающих технологий: материалы IV Международной научно-практической конференции / ПГУАС. – Пенза, 2014. – С. 29-32.
2. Глухов В.С., Глухова М.В., Богомолова А.В. Модернизация технологии устройства свай с наконечником // Актуальные проблемы современного фундаментостроения с учетом энергосберегающих технологий: материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции / ПГУАС. – Пенза, 2017. – С. 40-45.
3. Абелев М.Ю., Чунюк Д.Ю., Бровко Е.И. Выправление кренов высотных промышленных и гражданских зданий // Промышленное и гражданское строительство. – 2016 - №11. – С. 54-59.
4. Глухов В.С., Хрянина О.В. Усиление фундаментов при крене сооружения на примере дымовой трубы // Современный научный вестник. – 2013. – Т.3 №1. – С. 69-72.

РЕГУЛИРУЕМАЯ РАЗВЕРТКА С ДВУХСТОРОННЕЙ ЦАНГОЙ

Гольбрайх Д.М.

Научный работник ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет», Вологда

Яняк С.В.

Канд. техн. наук, доцент ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет», Вологда

Комиссарова И.И.

Канд. техн. наук, доцент ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет», Вологда

Разработана регулируемая развертка с большим диапазоном регулировки рабочего размера. Принцип действия основан на эффекте двухсторонней цанги. Режущая часть имеет продольные прорезы, выполненные крестообразно с разных сторон и две конических ступени. Рабочая часть размещена между двумя наружными конусами. Предусмотрены различные конструктивные исполнения развертки: для ручного и машинного использования, для обработки хрупких и вязких материалов.

Ключевые слова: развертка, регулировка размера, двухконусная разрезная рабочая часть, лезвие, стружечная канавка.

ADJUSTABLE SCANNING WITH A TWO-WAY CHANGE

Golbraikh D.M.

Scientific worker of Vologda State University, Vologda

Yanyak S.V.

Cand. Tech. Sci., Associate Professor of Vologda State University, Vologda

Komissarova I.I.

Cand. Tech. Sci., Associate Professor of Vologda State University, Vologda

An adjustable sweep with a large adjustment range of working size has been developed. The principle of operation is based on the effect of a double-sided collet. The cutting part has longitudinal slits, cross-shaped from different sides and two conical steps. The working part is located between two outer cones. Various design versions of the sweep are provided: for manual and machine use, for processing brittle and viscous materials.

Keywords: sweep, size adjustment, biconical split working part, blade, flute groove.

Развертка – режущий инструмент, предназначенный для окончательной обработки отверстий после сверления, зенкерования или растачивания. Развертыванием достигается точность до 6-9 квалитета и шероховатость поверхности до $Ra = 0,32 \dots 1,25$ мкм.

Высокое качество обработки обеспечивается тем, что развертка имеет большое число режущих кромок и снимает малый припуск. Развертка выполняет работу при своем вращении и одновременном поступательном движении вдоль оси отверстия. Помимо цилиндрических отверстий возможно обработка и конических.

Преимущества разверток перед другими инструментами, способными выполнять обработку с такой же точностью, заключаются в следующем:

1. Процесс развертывания довольно производителен, низкая скорость резания компенсируется высокой скоростью подачи.

2. Возможно использование разверток при обработке вязких (цветных) металлов, хрупких гетерогенных материалов типа чугунов и в тех случаях, когда применение абразивных инструментов не допустимо.

3. Диаметр развертки является конструктивным рабочим размером, который переносится (копируется) на размер обрабатываемого отверстия.

В основном, в машиностроении применяют развертки, которые имеют нерегулируемую по диаметру рабочую часть. Существуют следующие принципы регулировки наружного диаметра:

1. Взаимодействие шарика с коническим отверстием полый разрезной рабочей части развертки. Осевое перемещение шарика при помощи винта приводит к изменению наружного диаметра.

2. Взаимодействие конического сердечника с коническим отверстием разрезной рабочей части.

3. Выдвигание (или раздвигание) зубьев в направляющих рабочей части.

В конструкциях сборных хвостовых инструментов возможно использование промежуточной детали типа разрезной конусной втулки (цанги), расположенной между режущей частью и корпусом инструмента с хвостовиком для обеспечения высоких требований по соосности режущей части и хвостовика. Примерами таких инструментов являются: инструменты для кольцевого резания оптического стекла и твердых материалов [1,2], специальные кольцевые сверла [3], концевые фрезы с унифицированным хвостовиком [4] и другие разработки студенческого конструкторского бюро ВоГУ.

Мы предлагаем новый принцип регулировки рабочего размера, основанный на упругой деформации разрезной режущей части в виде двухконусной цанги. Принципиальная схема регулировки развертки показана на рис. 1.

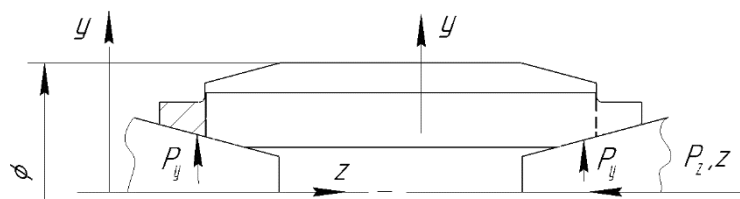


Рисунок 1 – Принципиальная схема регулировки развертки

Двухстороннее действие цанги достигается двумя коническими поверхностями и двумя осевыми прорезами в режущей части в противоположных направлениях. Основываясь на данном принципе, разработан инструмент – регулируемая развертка (рис. 2).

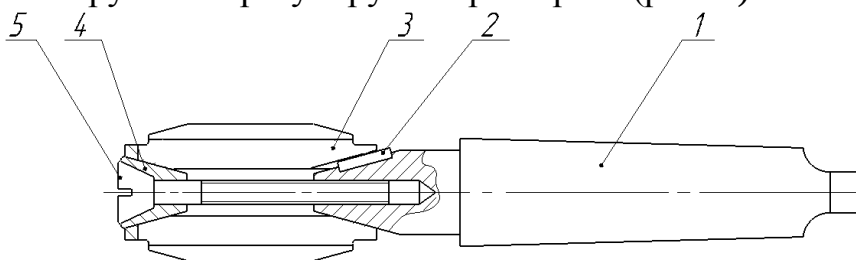


Рисунок 2 – Регулируемая развертка

Составные части развертки: корпус 1 с неподвижным конусом и коническим хвостовиком; шпонка призматическая 2, которая установлена в шпоночном пазу для передачи крутящего момента; рабочая часть 3; конусная втулка 4, которая при закручивании винта 5 осуществляет осевое нагружение и осевое движение режущей части относительно двух конусов.

Разрезная режущая часть развертки показана на рис. 3.

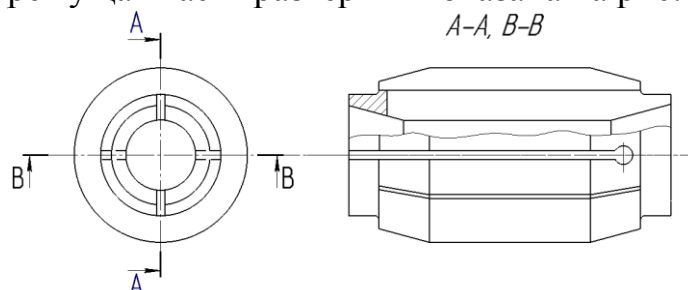


Рисунок 3 – Разрезная режущая часть развертки

Конусная втулка (позиция 4) имеет точную наружную коническую поверхность для хорошего взаимодействия с внутренним конусом режущей части, а также ступенчатое отверстие для размещения головки винта. При заточке режущей части втулка 4 и винт 5 отсоединяются и заменяются наружным центром. Для обеспечения соосности корпуса и режущей части коническое отверстие является еще и технологической базой. Форма зубьев – трапецевидная. Зубья расположены с разным окружным шагом, для снижения виброактивности инструмента. Форма зубьев показана на рисунке 4, поперечное сечение показано на рис. 5.

Элементы геометрии зубьев выбираются с учетом технологических свойств обрабатываемого материала. Для обработки вязких материалов

требуется малый угол режущего клина, для хрупких – увеличенный. Материал режущей части – инструментальная легированная сталь (ХГТ,9ХС...), нетеплостойкая, так как данная развертка предназначена преимущественно для ручного режима развертывания. Для машинного развертывания следует использовать более теплостойкую сталь Р6М5.

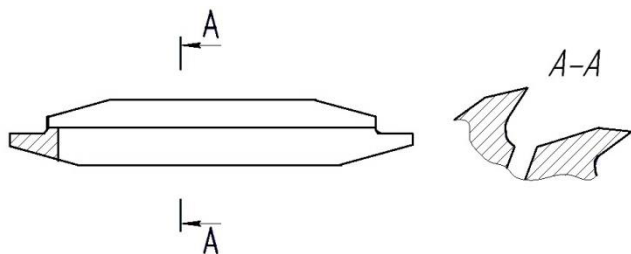


Рисунок 4 – Форма зубьев

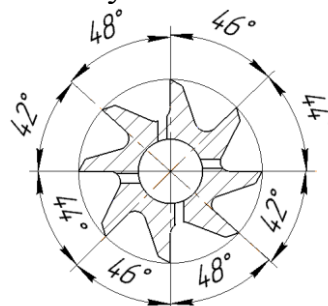


Рисунок 5 – Поперечное сечение

Для регулировки под различные диаметры отверстий необходимо предусмотреть в конструкции разрезной втулки большее количество прорезей. Для диапазона диаметров от 15 мм до 30 мм предусматриваем две прорези, от 30 мм до 80 мм – четыре прорези, от 80 мм до 200 мм – шесть прорезей. Пример развертки с четырьмя прорезями схематично показан на рис. 6.

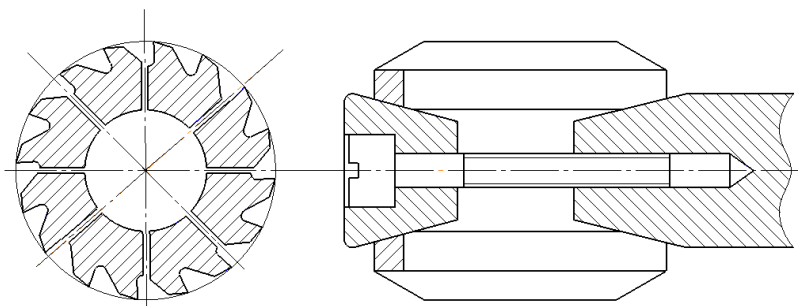


Рисунок 6 – Регулируемая развертка с четырьмя прорезями

Рассмотрим систему сил приложенных к рабочей части и представим ее как балку. Это показано на рис. 7.

Окружная разжимающая сила W связана с осевой силой Q , создаваемой винтом, следующим соотношением:

$$W = \frac{Q}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi)}, \text{ Н} \quad (1)$$

где α – угол конуса, $\varphi=5^\circ$ - приведенный угол трения.

Материал обеих поверхностей трения – конструкционная сталь с коэффициентом трения $f=0,15$, $\varphi = \operatorname{arctg} 0,15$ в проекции на ось X.

Сила W уравнивается силой упругой деформации разрезной рабочей части P' .

$$\sigma_u = \frac{M_u}{W} = \frac{P \cdot \lambda \cdot 6}{b \cdot h^2}, \text{ МПа} \quad (2)$$

где M_u – изгибающий момент, W_x – момент сопротивления сечения, P – сила, приложенная к балке, λ – длина вылета, b – ширина поперечного сечения вдоль оси, h – ширина поперечного сечения поперек оси.

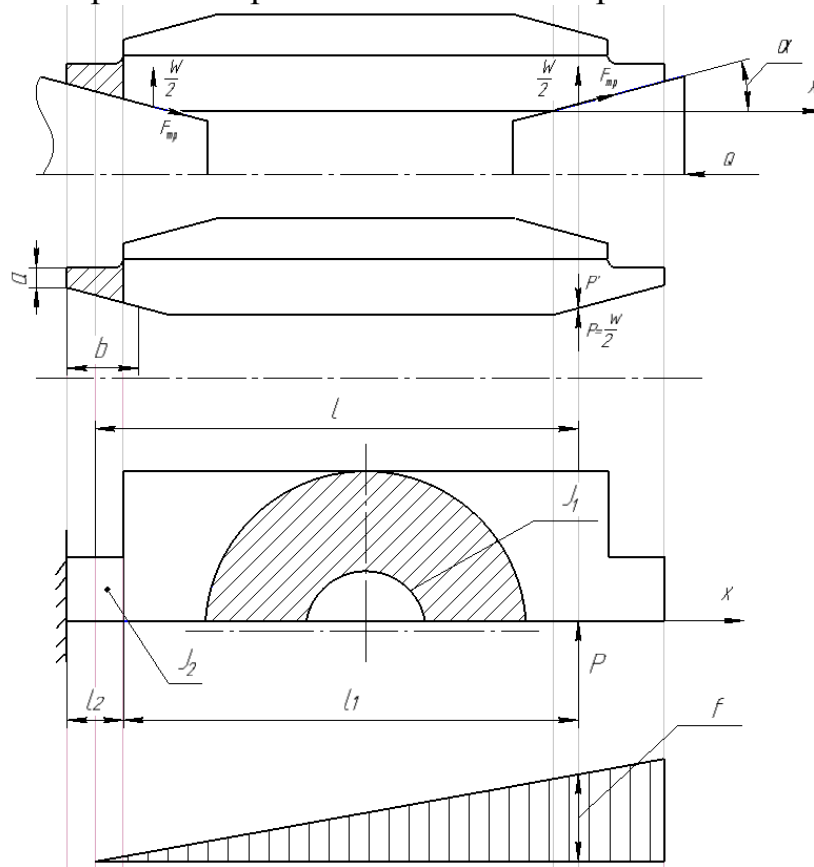


Рисунок 7 – Система сил приложенных к рабочей части и расчетная схема для определения напряжений и деформаций

Исходные данные:

$a = 4\text{мм}$, $\lambda_1 = 50\text{мм}$, $\lambda_2 = 4\text{мм}$, $E = 2 \cdot 10^5 \text{МПа}$, $P = 100\text{Н}$.

Выведем формулу для стрелы прогиба, пренебрегая моментом инерции J_1 .

$$\begin{aligned}
 f &= \frac{\lambda_1}{6 \cdot E \cdot J_1} \cdot \left[\lambda_1^2 + 4 \cdot \left(\frac{\lambda_1}{2} \right)^2 \right] \cdot P + \frac{\lambda_2}{6 \cdot E \cdot J_2} \cdot \left[(\lambda_1 + \lambda_2)^2 + 4 \cdot \left(\frac{2\lambda_1 + \lambda_2}{2} \right)^2 + \lambda_1^2 \right] \cdot P = \\
 &= \frac{P \cdot \lambda_1^3}{3 \cdot E \cdot J_1} + \frac{P \cdot \lambda_2}{6 \cdot E \cdot J_2} \cdot \left[(\lambda_1 + \lambda_2)^2 + (2\lambda_1 + \lambda_2)^2 + \lambda_1^2 \right] \approx \\
 &\approx \frac{P \cdot \lambda_2}{6 \cdot E \cdot J_2} \cdot \left[6 \cdot \lambda_1^2 + 6 \cdot \lambda_1 \cdot \lambda_2 + 2\lambda_2^2 \right]
 \end{aligned}$$

При $a = b$ получим $J_2 = \frac{a^4}{12}$

$$J_2 = \frac{4^4}{12} = \frac{256}{12} = 21,33.$$

$$f = \frac{100 \cdot 4}{6 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 21,33} \cdot [6 \cdot 50^2 + 6 \cdot 50 \cdot 4 + 2 \cdot 16] \approx 0,25 \text{ мм.}$$

Проверка на прочность при изгибе:

$$\sigma_u = \frac{P \cdot \lambda \cdot 6}{b \cdot h^2} = \frac{100 \cdot 52 \cdot 6}{64} \approx 500 \text{ МПа.}$$

Прочность при изгибе инструментальной стали 9ХС $\sigma_u = 2000$ МПа, быстрорежущей стали Р6М5 $\sigma_u = 3200$ МПа.

Расчет показывает: с коэффициентом запаса прочности $K_\sigma = 2$ радиальная деформация может достигать 0,5 мм, т.е. регулировка размера режущей части может выполняться в пределах 1,0 мм. Это примерно в 10 раз больше, чем у разверток с шариком и с одним конусом.

Предлагаемый новый инструмент обладает следующими достоинствами:

- 1) способность выполнять равномерную регулировку размера по рабочему цилиндру;
- 2) имеет широкий диапазон регулирования размера;
- 3) технологичность конструкции.

Список литературы:

1. Фомина, И.П. Анализ кольцевого сверления при обработке стекла специального состава/ И.П. Фомина, С.В. Яняк// Юность и Знания – Гарантия Успеха: сборник научных трудов 2-ой междунар. науч.-практ. конф.: в 2т/ Юго-Зап.гос.ун-т.-Курск, 2015.-Т2. С. 297-301.
2. Зыкова, И.П. Разработка конструкций инструментов для кольцевого сверления твердых материалов/ И.П. Зыкова, С.В. Яняк// Прогрессивные технологии и процессы: сборник научных статей Междунар. молодежной науч.-практ. конф.: в 2т/ Юго-Зап.гос.ун-т.-Курск, 2014.-Т1-с. 234-237.
3. Зыкова, И.П. Анализ условий работы, выбор конструктивных элементов и разработка новых конструкций кольцевых сверл/И.П. Зыкова, И.И. Комиссарова, А.В. Старостин, С.В. Яняк//Вузовская наука – региону: материалы XI Всерос., научн.-техн. конф./ВоГТУ.-Вологда, 2013.-с.18-21.
4. Залесова, И.А. Разработка унифицированной концевой фрезы для станков с числовым программным управлением/ И.А. Залесова, С.В. Яняк// Содружество наук. Барановичи – 2016: Материалы XII Международной науч.-практ. конф. молодых исследователей в трёх частях/ Беларусь, БарГУ.- Барановичи, 2016.- часть 2.- с. 129-131.

К ВОПРОСУ РЕКОНСТРУКЦИИ ВОДОПРОВОДНЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ Г. ПЕНЗЫ

Гришин Б.М.

Д-р техн. наук, профессор ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», Пенза

Салмин С.М.

Ст. преподаватель ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», Пенза

Антонова Е.А.

Аспирантка ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», Пенза

В статье приведены результаты производственных испытаний по очистке природной воды на блоке водопроводных очистных сооружений г. Пензы с применением реконструированного дырчатого смесителя, снабженного контактной камерой с крупнозернистой загрузкой. Полученные данные показали высокую эффективность работы смесителя, позволяющего на 20-25% снизить дозы коагулянта при обеспечении стабильного высокого качества очищенной воды после отстойников и фильтров.

Ключевые слова: природная вода, коагуляция, смесители гидравлического типа, контактная камера, крупнозернистая загрузка, отстаивание, фильтрование.

TO THE QUESTION OF RECONSTRUCTION OF WATER TREATMENT FACILITIES OF PENZA

Grishin B.M.

Dr. Tech. Sci., Professor of Penza State University of Architecture and Construction, Penza

Salmin S.M.

Senior Lecturer of Penza State University of Architecture and Construction, Penza

Antonova E.A.

Graduate student of Penza State University of Architecture and Construction, Penza

The article presents the results of industrial tests on natural water purification at the block of water treatment facilities of Penza with the use of reconstructed hollow mixer equipped with a contact chamber with coarse-grained loading.

The obtained data showed a high efficiency of the mixer, which allows to reduce the dose of coagulant by 20-25% while ensuring a stable high quality of purified water after sedimentation tanks and filters.

Keywords: natural water, coagulation, hydraulic mixers, contact chamber, coarse-grained loading, settling, filtration.

Стабильная работа всех сооружений станции водоподготовки зависит не только от правильно выбранных марок и доз коагулянтов, но и от эффективности проведения процесса хлопьеобразования.

Большое влияние на величину гидравлической крупности скоагулированных в процессе обработки воды хлопьев оказывают режимы смешения коагулянтов с водой. Неэффективное смешение приводит к перерасходу реагентов и повышению себестоимости очистки воды.

В настоящее время на большинстве очистных сооружений водопровода применяются гидравлические или механические смесительные устройства. Гидравлические смесители просты по конструкции и надёжны в эксплуатации, однако не обеспечивают стабильного процесса хлопьеобразования при изменении расходов обрабатываемой воды. Повысить эффективность работы смесителей гидравлического типа можно с помощью дополнительного их оснащения контактными камерами с крупнозернистой загрузкой, в которую подается рециркуляционный поток скоагулированной водой [1-4].

Производственные испытания дырчатого гидравлического смесителя с контактной камерой проводились на II блоке водопроводных очистных сооружений (ВОС) г. Пензы. Блок расположен на площадке «Кирпичная». Источником водоснабжения является Сурское водохранилище. Производительность 7 блока ВОС составляет 80 тыс. м³/сут.

Обработка воды на очистных сооружениях происходит с помощью реагентов.

На станции осуществляются следующие процессы:

- 1) первичное хлорирование;
- 2) коагуляция примесей воды с помощью коагулянта сернокислого алюминия $Al_2(SO_4)_3$;
- 3) обработка воды флокулянтom полиакриламидом (ПАА);
- 4) вторичное хлорирование;
- 5) фторирование кремнефтористым натрием.

В состав блока ВОС входят следующие сооружения: входные контактные резервуары, в которых размещен смеситель гидравлического типа, горизонтальные отстойники со встроенной камерой хлопьеобразования, скорые фильтры. Контактные резервуары 1 разделены вертикальными перегородками на три продольных коридора. Последний коридор контактных резервуаров разделен горизонтальными перегородками на четыре канала. В верхнем канале расположен гидравлический смеситель дырчатого типа 3. Внутри дырчатого смесителя

установлены три стальные перфорированные перегородки. Перфорация выполнена в виде квадратов 100×100 мм.

Вода находится в дырчатом смесителе около 30 с. После смесителя вода поступает в три нижерасположенных канала, затем из нижнего распределительного канала 4 по трубам 5 диаметром она подается в камеры хлопьеобразования и далее в горизонтальные отстойники.

На станции водоподготовки была проведена реконструкция второго контактного резервуара.

До реконструкции в первом и втором контактных резервуарах ввод коагулянта (K_1) осуществлялся в верхние каналы непосредственно перед дырчатыми смесителями (рис. 1). При проведении реконструкции второго контактного резервуара в проеме между каналами после дырчатого смесителя был установлен эрлифт 6. В эрлифт подавался сжатый воздух при помощи воздуходувки Lutos производительностью $220 \text{ м}^3/\text{ч}$ и развиваемым избыточным давлением до 50 кПа. В верхнем канале контактного резервуара перед первой дырчатой перегородкой смесителя при реконструкции была установлена открытая контактная камера 8. Камера была выполнена из полиэтилена с размером $1,0 \times 1,0$ м и высотой 2,5 м. Камера имела дырчатое днище с размерами отверстий 30 мм. В камере находилась крупнозернистая контактная загрузка из однородного гранитного щебня крупностью 40 мм. Высота загрузки составляла 1400 мм. Верхняя часть камеры соединялась со стволом эрлифта 6 горизонтальным рециркуляционным трубопроводом. Раствор коагулянта (K_2) вводился в рециркуляционный трубопровод 7 непосредственно перед контактной камерой.

В смесителе, расположенном в первом контактном резервуаре, обработка воды коагулянтном осуществлялась по типовой схеме. Подача коагулянта происходила в канал перед первой перфорированной перегородкой смесителя. Расчет дозы коагулянта D_k производился в зависимости от качества исходной воды.

Во втором смесителе, установленном во втором контактном резервуаре II блока водопроводных очистных сооружений, коагуляционная обработка воды осуществлялась по схеме с 10%-ной рециркуляцией и вводом в рециркуляционный трубопровод перед камерой с контактной загрузкой раствора коагулянта (K_2). Расчетная доза коагулянта $D_{ко}$ при вводе во второй смеситель была ниже по сравнению с дозой D_k .

В первом случае пробы очищенной воды отбирались после скорого фильтра. Во втором случае с реконструированным смесителем пробы воды для анализа отбирались после горизонтального отстойника и скорого фильтра. Отобранные пробы исходной и очищенной воды по первой и второй схемам контролировались на мутность, перманганатную окисляемость и цветность.

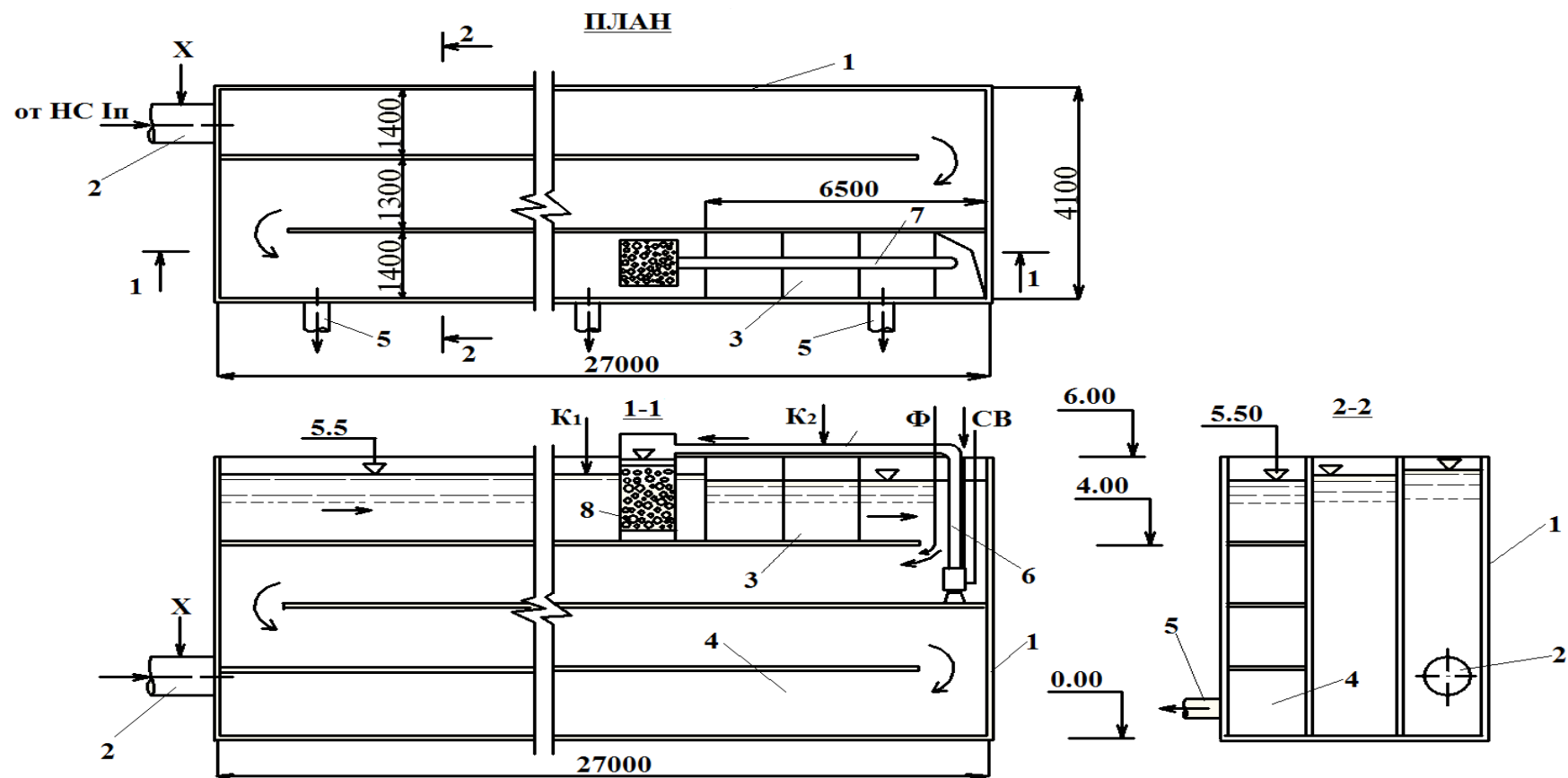


Рисунок 1 – Схема контактного резервуара со смесителем блока II ВОС пл. «Кирпичная»: 1 – контактный резервуар; 2 – труба подачи сырой воды; 3 – дырчатый смеситель; 4 – нижний распределительный канал; 5 – трубы подачи воды в камеры хлопьеобразования; 6 – эрлифт; 7 – рециркуляционный трубопровод; 8 – контактная камера с крупнозернистой загрузкой; X – хлор; Ф – флокулянт; СВ – сжатый воздух; К₁ – ввод коагулянта до реконструкции; К₂ – ввод коагулянта после реконструкции

Проведенные после реконструкции сооружений испытания показали следующее: при использовании стандартной технологии коагулирования средние дозы раствора сульфата алюминия составляли в летний период – 13,9 мг/л и осенне-зимний период – 14,1 мг/л. Средние дозы сульфата алюминия при использовании предлагаемой технологии коагулирования составляли соответственно 11,3 и 10,9 мг/л при этом качество очищенной воды после отстойников и фильтров в опытной и контрольной секциях по мутности, цветности и перманганатной окисляемости было стабильно высоким.

Список литературы:

1. Гришин Б.М. Кинетика коагуляции примесей воды с использованием крупнозернистой контактной загрузки / Б.М. Гришин, М.В. Бikuнова, Н.Н. Ласьков, А.И. Шеин // Региональная архитектура и строительство. – 2017. - №1(30). С. 138-144.
2. Гришин Б.М. Гидравлические характеристики крупнозернистой загрузки контактных камер / Б.М. Гришин, М.В. Бikuнова, Н.Н. Ласьков, В.Г. Камбург, Т.В. Малютин // Региональная архитектура и строительство. – 2016. – №3(28). – С. 125-130.
3. Гришин Б.М. Экспериментальные исследования очистки воды с применением контактной коагуляции на крупнозернистой загрузке / Б.М. Гришин, А.И. Шеин, С.М. Салмин // Водоочистка. – 2015. – №4. – С. 26-33.
4. Гришин Б.М. Теоретические исследования процесса коагуляции примесей воды с использованием крупнозернистой контактной загрузки / Б.М. Гришин, А.Н. Кошев, С.М. Салмин // Водоочистка. – 2014. – №6. – С. 22-26.

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА АНАЛИЗА И ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ПРИ СОСТАВЛЕНИИ ШКОЛЬНОГО РАСПИСАНИЯ

Давыдова Е.Н.

Канд. техн. наук, доцент ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет», Вологда

В статье представлена проблематика в области автоматизации учебного процесса образовательного учреждения, в частности анализа и разработки школьного расписания. Описывается методика разработки информационной системы по анализу, автоматизации и принятию решений при конфликтах во время составления и редактирования школьного учебного расписания.

Ключевые слова: граф целостности, учебный процесс, система принятия решения, контроль, анализ школьного расписания.

INFORMATIVE SYSTEM OF ANALYSIS AND DECISION- MAKING AT DRAFTING OF SCHOOL TIME-TABLE

Davydova E.N.

Cand. Tech. Sci., Associate Professor of Vologda State University, Vologda

In the article the range of problems is presented in area of automation of educational process of educational establishment, in particular analysis and development of school time-table. Methodology of development of the informative system is described on an analysis, automation and making decision at conflicts during drafting and editing of school educational time-table.

Keywords: count of integrity, educational process, decision-making system, control, analysis of school time-table.

В настоящее время на рынке программного обеспечения в области образования представлены специализированные решения текущих задач в учебных заведениях различных уровней. Большинство программных продуктов и информационных систем в этой области изначально разрабатываются с учетом законов об образовании РФ, специфики процесса образования.

Не смотря на то что, многие учебные заведения среднего звена (далее школы), на очень высоком уровне обеспечены современной вычислительной техникой (компьютер или ноутбук имеется почти в каждом учебном классе и административном помещении), имеются хорошо

оснащенные кабинета информатики, наблюдаются некоторые проблемы с информатизацией образовательного процесса[1].

Одной из наиболее актуальных, является проблема составления, контроля и учета школьного учебного расписания.

Так, при изучении вопроса информатизации процесса создания и корректировки учебного расписания в ряде школ г. Вологды и вологодской области, было выявлено:

- в большинстве школ используется практически полностью ручной (карандаш и ластик) подход при составлении расписания. Максимальный уровень автоматизации – набить расписание в текстовом редакторе;
- хранение текущей документации (расписания, отчетов и прочей) в бумажном и/или цифровом не структурированном виде;
- сложность полного контроля корректности расписания при его изменениях;
- нагрузка, как на преподавателей, так и на учеников не оптимальна;
- электронные журналы и дневники отображают только фактическое расписание и никак его не контролируют.

Выявленные проблемы анализа, контроля и автоматизации составления школьного учебного расписания пытались решить многие авторы, например, такие как:

- Антропов А.Ю. и Варламов С.А. «Проблемы автоматизированного составления расписания занятий средней образовательной школы»;
- Пиликов Н.П «Проблема полной автоматизации при составлении школьного расписания»;
- Бартнев А.С «Обзор основных вопросов автоматизированного составления расписания занятий в учебном заведении».

Представленные выше проблемы, недостаточность существующих решений, и подходы к решению еще раз подтверждают, что вопрос анализа, составления, контроля и учета расписания в школах является актуальным, проблемным и до конца нерешенным.

Изучая предметную область, было решено выделить три группы пользователей:

- Администратор, человек, осуществляющий контроль за состоянием системы и актуальностью информации, так же добавляет новый функционал и дорабатывает старый.
- Методист (или завуч – работник, ответственный за создание расписания), осуществляющий наполнение информационной системы новой и актуальной информацией.
- Преподаватель – конечный пользователь, получает как готовое общее расписание, так и личное расписание с нагрузкой. В качестве конечного пользователя также могут выступать школьники и их родители, так и тех и других необходимо ознакомить с учебным расписанием.

Здесь можно сделать вывод, что существующие методы и подходы по работе со школьным учебным расписанием не позволяют в полной мере контролировать те объемы слабоструктурированных данных и информации, которые каждый день изменяется. Разработка интерактивной системы принятия решений обезопасит ответственных за эту работу лиц от нестыковок и проблем, возникающих при работе с расписаниями.

Разработанные алгоритмы и структура данных позволяют эффективно построить работу сотрудников, заинтересованных в высокой эффективности при работе с расписанием, в том числе учителей и школьников.

Одним из слабых мест системы являются вопросы контроля процесса составления расписания и его оптимизации после каких-либо правок в ручном режиме.

В общем случае для того чтобы иметь возможность контролировать что-либо, необходимо знать параметры системы, по которым можно производить оценку и судить об эффективности, актуальности и согласованности системы в целом. В случае разрабатываемой системы, таким объектом является расписание.

Каждое расписание обязательно состоит из отдельных элементов – ограничений. Например, учебное расписание одного класса в течение недели: количество уроков в день и общее количество уроков за учебную неделю; профильные уроки; минимальное количество «окон» между уроками как у учеников, так и у преподавателей; наличие свободного (специализированного) класса для урока; отсутствие наложения, пересечения уроков с другими классами, кабинетами и преподавателями; возможность отработки перенесенных или не состоявшихся уроков в другой учебный день.

Так как при составлении учебного расписания всегда возникает немало ограничений и всех их соблюсти достаточно сложно в рамках полной согласованности, то целесообразно будет разделить их на группы (в дальнейшем узлы) важности (ответственности) (рис. 1): узел контроля нагрузки в течении учебного периода; узел контроля за согласованностью расставленных уроков на определенный учебный период (день, неделю, месяц, четверть, год); узел приоритетов расстановки учебных занятий.

Каждый узел обладает своей конкретной информацией со специальной структурой данных, которые должны удовлетворять ряду условий, при которых система может считаться согласованной. Тем не менее, изменение состояния одного из узлов непосредственно влияет на состояние другого.

В ходе исследования предметной области, были проведен опрос в школах, что позволяет сделать вывод: наиболее проблемным, с точки зрения оптимальности, является узел приоритетов. Так как всегда, может отсутствовать тот или иной учитель, может не быть свободных кабинетов и

т.д., а отсюда можно сделать вывод, что расставить уроки, учитывая их коэффициенты и связи, не представляется возможным, т.к. из согласованности могут быть выведены вышестоящие узлы.

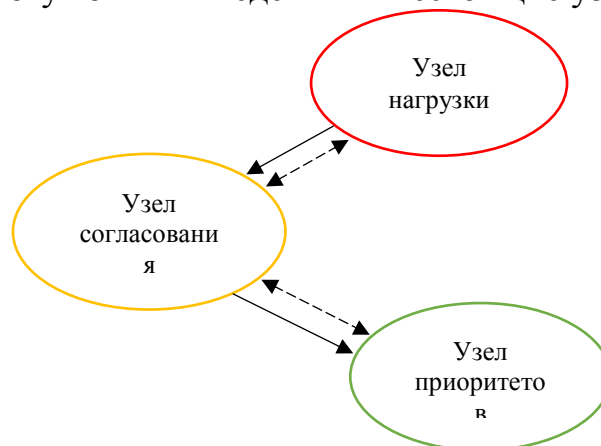


Рисунок 1 – Связи узлов графа целостности расписания

На рисунке сплошной линией обозначается управление вышестоящего узла над подчиненным, пунктирной линией – сигналы узлов. Здесь сигналы узлов – возможность обмена информацией или запросами на внесение изменений в текущее расписание. Так, например, если узел приоритетов захочет поменять уроки местами у какого-либо класса, он должен проверить, а не приведет ли это, например, к наложению уроков с другим классом, отправив запрос на узел согласования, узел приоритетов получит ответ о возможности внесения изменений.

Принцип разделения сущности расписания на узлы, позволяет контролировать его на всех проблемных уровнях, не позволяя нарушать его целостность. При угрозах согласованности расписания каждый узел может влиять на нижестоящий, нарушая его правила или ограничения с целью сохранения своей целостности, нижестоящий уровень (узел) не может повлиять на уровни (узлы) стоящие выше него, так как является менее приоритетным.

Связь между тремя узлами следит как за расписанием каждого отдельного класса, так и расписанием в целом. Например, узел нагрузки будет создаваться для каждого класса в отдельности на определенный учебный период, узел согласованности будет следить за расписанием в целом, узел приоритетов будет наблюдать за расписанием на текущий день, для всех классов.

Таким образом, разбиение системы на три узла позволяет оптимальным образом решить поставленные задачи в области анализа, составления, редактирования и оптимизации составления школьного расписания.

В графе целостности учебного расписания, узел нагрузки является ключевым. Именно от него зависит выполнение учебного плана по текущим предметам в течении всей четверти, полугодия и в целом учебного года.

Узел нагрузки использует следующую информацию: текущий учебный период, учебная нагрузка по предмету в редактируемой учебной ячейке, нагрузка на преподавателя по учебному предмету.

В графе целостности учебного расписания, узел согласования является вторым по значимости. От него зависит можно ли перенести урок на определенное время, в определенный кабинет, назначить урок другому преподавателю и так далее.

В графе целостности учебного расписания, узел приоритетов является третьим по значимости. От него зависит оптимальность расставления уроков с точки зрения сложности предметов, целесообразности расстановки учебных занятий в определенное время, эффективности обучения и усвоения материала. Так, например, ставить первым уроком физкультуру, а вторым уроком – математику или физику, является не целесообразным и не эффективным, т.к. после физических нагрузок ученик в большинстве случаев не в состоянии решать и усваивать сложные математические задачи. Данный узел был выделен именно с этой целью – построить эффективное насколько это возможно расписание для учеников с точки зрения их эмоционального состояния и способности освоения того или иного предмета в данный момент.

Узлы графа не могут работать независимо друг друга и при любых изменениях расписания передают запрос в вышестоящий узел.

Узел нагрузки является самым главным в системе и следит, чтобы учебная нагрузка за учебный период была выполнена в полном объеме. Запрещает дочерним узлам проводить какие-либо действия с расписанием, если это нарушает его правила согласования.

Необходимо отметить, что система не является полностью автоматической, и не будет пытаться самостоятельно создавать расписание. Она будет отслеживать различные нестыковки в расписание, оповещать пользователя о каких-либо проблемах, избавлять от ошибок ввода информации, ускорит работу человека ответственного за составления расписания, позволит управлять переносами уроков и их отработкой в установленное время, собирать статистику для составления отчетов.

Таким образом, предложенная система поддержки принятия решений при работе со школьным расписанием, использует метод разбиения расписания на взаимосвязанные графы с учетом весов учебных предметов.

Практическая значимость полученных результатов заключается в практической пользе учебному заведению, снижение рисков появления неожиданных конфликтов в расписании, накопленная информация по анализу и оптимизации расписания открывает возможность построения оптимального расписания, как для учителей, так и для учеников.

Список литературы:

1. *Наука составлять расписание [Электронный ресурс]: инф.-справ. система.–Режим доступа: <http://zdd.1september.ru/article.php?ID=200600805>.*

2. Симанов А.Н., Давыдова Е.Н. Информационная система принятия решений при создании, контроле, оптимизации и выявлении проблемных мест в школьном учебном расписании //В сборнике: Вузовская наука – региону материалы 24 Всероссийской научной конференции. Вологодский государственный университет. 2016. С. 134-136.

АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ СПЕЦИАЛЬНОЙ КОНЦЕВОЙ ФРЕЗЫ ДЛЯ СТАНКОВ С ЧПУ*

Залесова И.А.

*Магистрант ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет»,
Вологда*

В данной статье рассмотрена конструкция специальной фрезы, адаптированной к станку с ЧПУ. Рекомендована особая форма вставки для обработки сложных профилей. Описана установка вставки с помощью разрезной конической втулки, заводимой в коническое центральное отверстие корпуса. В связи с разнообразием рабочих размеров инструментов-вставок предложен унифицированный набор втулок, отличающихся друг от друга диаметром отверстия. Рассмотрены условия равновесия разрезной втулки при её установке в рабочее положение с осевой силой и при самоторможении.

Ключевые слова: фреза, ЧПУ, инструменты.

ANALYSIS OF OPERATING CONDITIONS FOR A SPECIAL END MILL FOR CNC MACHINES

Zalesova I.A.

Graduate student of Vologda State University", Vologda

In this paper, we consider the design of a special milling cutter adapted to a CNC machine. A special form of the insert for processing complex profiles is recommended. The installation of the insert is described with the aid of a split conical bushing inserted into the conical central opening of the housing. In connection with the variety of working sizes of insert tools, a unified set of bushings differing from each other in the size. Conditions for the equilibrium of a split sleeve are considered when it is placed in an operating position with axial force and self-braking.

Keywords: milling cutter, CNC, tools.

На фрезерных станках и центрах с ЧПУ используются разнообразные концевые фрезы, которые в сочетании с рабочими движениями в сложной системе координат станка позволяют получить пространственно-сложные поверхности (рис.1).

Вставки из твёрдого сплава группы ТК (Т5К10, Т5К12) обладают высокой износостойкостью, теплостойкостью, что обеспечивает

*Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент С.В. Яняк

высокую производительность обработки, ВК – для обработки цветных металлов.

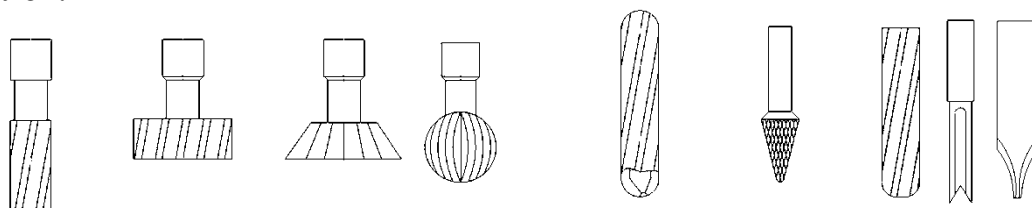


Рисунок 1 – Сменные концевые вставки

Предлагаем особую форму твёрдосплавной вставки с эксцентричным углублением для создания одного полного лезвия (до оси инструмента). Другие лезвия становятся укороченными. Такая форма вставки позволяет работать с осевым и с боковым движением подачи (рис. 2).

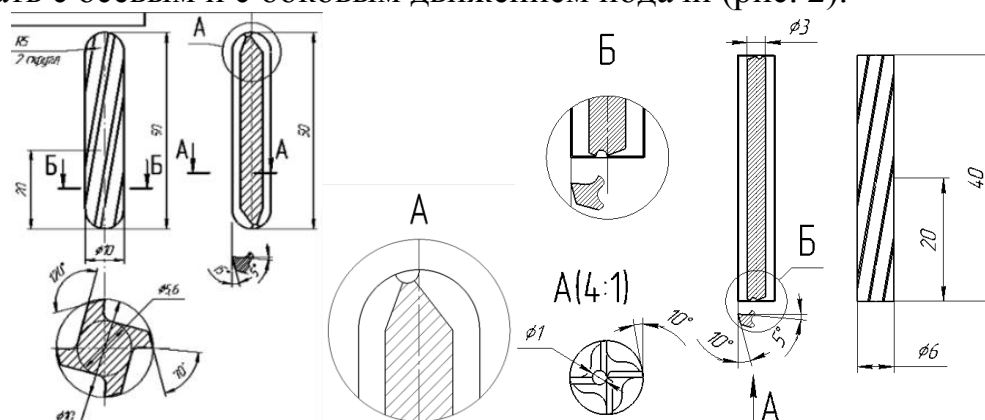


Рисунок 2 – Твёрдосплавная вставка с эксцентричным углублением.

Данный инструмент рекомендуется для обработки сложных профилей, обработка которых осуществляется методом сканирования [1].

Пример обработки: после осевого врезания – радиальный выход центра O на эквидистанту, обработка сканированием по концентричным окружностям на эквидистанте или по спирали на эквидистанте с конечным положением в точке C (рис. 3).

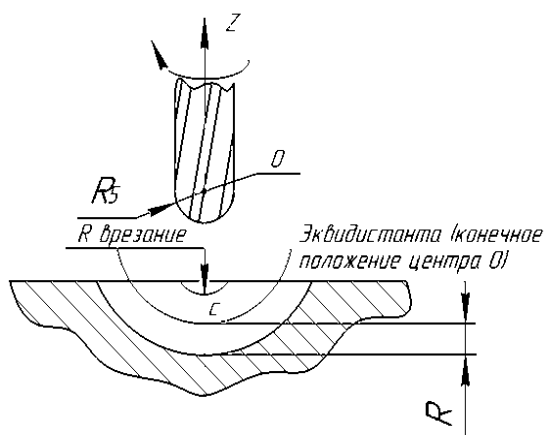


Рисунок 3 – Схема обработки сканированием

В настоящее время в машиностроении широко применяются детали сложного фасонного профиля. Их обработка, как правило, осуществляется на пятикоординатных станках с числовым программным управлением концевыми фрезами. Для станка с ЧПУ рекомендуем конструкцию патронов с унифицированным хвостовиком, сменной рабочей частью и разрезной конической самотормозящей втулкой. Предлагае-

мый инструмент имеет следующую конструкцию (рис. 4) [2].

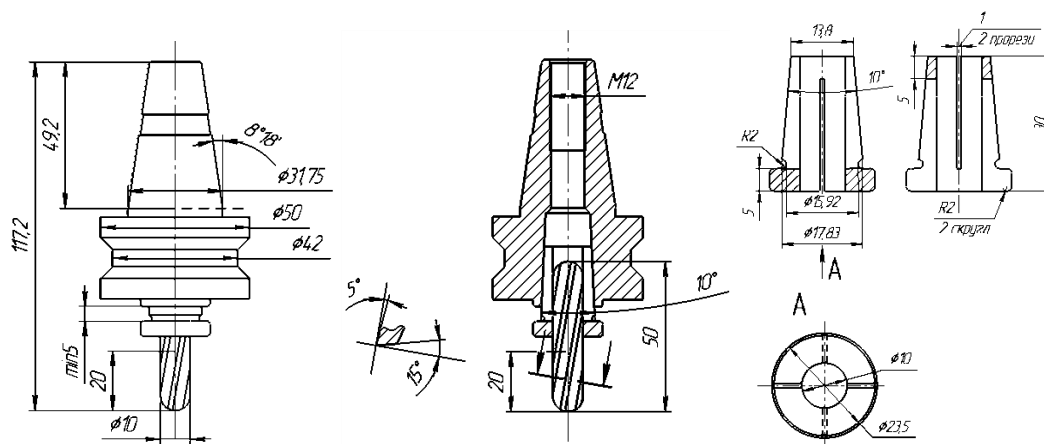


Рисунок 4 – Фреза для станка с ЧПУ с унифицированным хвостовиком, сменной рабочей частью и крепёжной втулкой

Для дополнительного удержания вставки в заданном осевом положении предусмотрено использование винтового упора, заводимого через сквозное центральное отверстие (рис. 5).

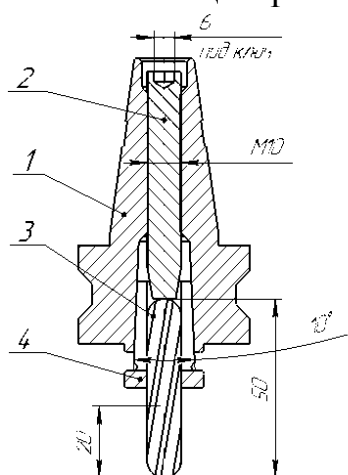


Рисунок 5 – Фреза для станка с ЧПУ: 1 – корпус, 2 – винтовой упор, 3 – твердосплавная вставка, 4 – разрезная втулка

Предлагаемое решение может быть адаптировано к любой форме хвостовика.

Вставка устанавливается с помощью разрезной конической втулки, заводимой в коническое центральное отверстие корпуса. Центральное отверстие сквозное для дополнительного удержания вставки. Обычное извлечение вставки и разрезной втулки выполняется с помощью изогнутого рычага, заводимого под упорный буртик втулки. В случае чрезмерного самозаклинивания можно воспользоваться винтом (позиция 2).

В связи с разнообразием рабочих размеров инструментов-вставок предлагаем унифицированный набор втулок, отличающихся друг от друга диаметром отверстия (рис. 6).

Специальный вариант разрезной втулки с винтовым профилем создана для утапливания лезвий винтовых вставок (предохраняет от разрушения винтовые лезвия). Увеличивается площадь контакта втулки и вставки, т.е. обеспечивается более надёжное закрепление (рис. 7).

Рассмотрены условия равновесия разрезной втулки при её установке в рабочее положение с осевой силой (рис. 8а) и при самоторможении

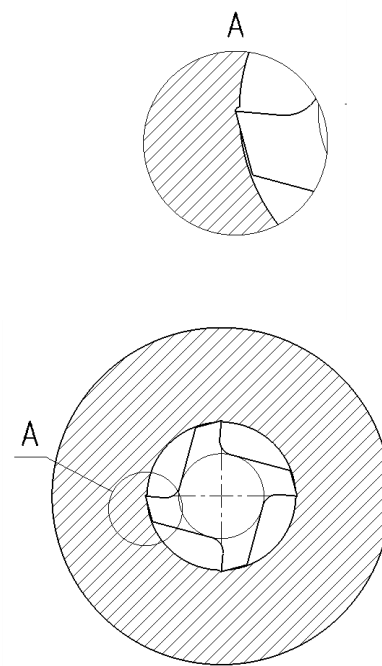


Рисунок 7 – Винтовой
профиль разрезной втулки

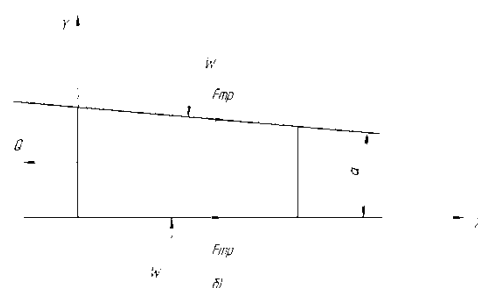
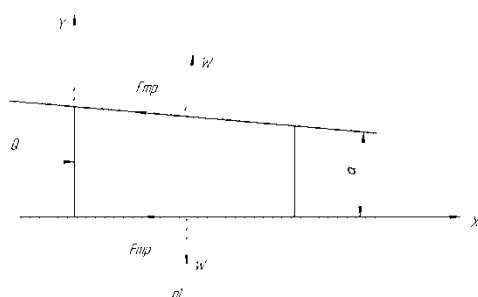


Рисунок 8 – Схема действия зажимной силы: а) в рабочем положении с осевой силой, б) при самоторможении

$$P_{\Sigma} = \frac{10HV}{2} (S_z \cdot B \cdot Z) = \frac{1400}{2} (0.05 \cdot 8 \cdot 2) = 560(H)$$

77

$$M_p = P_\Sigma \frac{D}{2} = 560 \cdot 0.005 = 2.8(\text{Н} \cdot \text{м})$$

где P_Σ – сила резания; D – диаметр фрезы.

$$M_{\text{тр}} = 4Wf \frac{D}{2} = M_p$$

где W – сила зажима; $f=0.15$ – коэффициент трения; D – диаметр фрезы; $\varphi = \arctg(f) = 8.53^\circ$ – угол трения.

$$W = \frac{M_p}{2fD} = \frac{2.8}{3} = 0.933(\text{Н})$$

где M_p – момент резания; D – диаметр фрезы; $f=0.15$ – коэффициент трения.

$$Q = \frac{W}{\text{tg}(\alpha + \varphi)} = \frac{0.933}{1.439} = 0.648(\text{Н})$$

где W – сила зажима; Q – осевая сила.

Расчет показывает надежное закрепление обеспечивается при осевом усилии в 100 Н. Извлечение инструмента обеспечивается при осевом усилии в 500 Н.

Список литературы:

1. Залесова И.А. Комплект твёрдосплавных инструментов с унифицированным хвостовиком для фрезерных станков с ЧПУ/И.А. Залесова// Наука молодых – будущее России Сборник научных статей 2-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых. Том 5 – Курск, 2017. – С. 48-50.
2. Залесова И. А., Яняк С.В. Специальная фреза для станков с ЧПУ / И.А. Залесова, С.В. Яняк// Молодёжь и XXI век – 2017 Сборник научных статей 7-й Международной научной конференции. Том 4 – Курск, 2017. – С. 110-114.

РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ МЕРОПРИЯТИЙ

Каляшов Г.А.

*Студент ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет»,
Вологда*

Кудряшов А.А.

*Студент ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет»,
Вологда*

Большинство людей, прежде чем сделать свой выбор в пользу того или иного «продукта», опираются на советы и рекомендации других людей, рекламу, информационные порталы. Рекомендующие системы могут помочь с этим выбором, руководствуясь результатами анализа личных предпочтений пользователя, предпочтений его друзей или похожих на него пользователей. В данной статье описывается разработка рекомендательной системы для мероприятий, с использованием библиотеки LensKit.

Ключевые слова: рекомендательные системы, Java, LensKit, коллаборативная фильтрация, рекомендация мероприятий, user-based CF.

THE DEVELOPMENT OF A RECOMMENDER SYSTEM FOR EVENTS

Kalyashov G.A.

Student of Vologda State University, Vologda

Kudryashov A.A.

Student of Vologda State University, Vologda

Most people, before making their choice in favor of a particular "product", rely on advice and recommendations from other people, advertising, information portals. Recommended systems can help with this choice, guided by the results of analysis of personal preferences of the user, preferences of his friends or similar users. This article describes the development of an oriented system for events using the LensKit library.

Keywords: recommender systems, Java, LensKit, collaborative filtering, recommendation of activities, user-based CF.

Рекомендательные системы – сервисы, которые на основе некоторой информации о пользователе предсказывают какие объекты (фильмы, книги, товары, новости, мероприятия) будут ему интересны.

Рекомендательные системы играют важную роль в работе таких известных сервисов как YouTube, Netflix, Yandex, Instagram, Last.fm и многих других. К тому же, многие компании в настоящее время разрабатывают и внедряют рекомендательные системы в рамках услуг, которые они предоставляют своим клиентам.

Различают четыре основных типа рекомендательных систем:

- 1) Системы коллаборативной фильтрации.
- 2) Системы, основанные на контенте.
- 3) Системы, основанные на знаниях.
- 4) Гибридные системы.

Существует множество различных библиотек, реализующих алгоритмы для рекомендательных систем. В качестве такой библиотеки была выбрана Lenskit на языке Java.

С помощью Lenskit реализуем user-based CF. Есть определенный набор мероприятий. Пользователь может выставить мероприятию оценку от 1 до 5. На основе таких оценок необходимо рекомендовать пользователю список потенциально интересных мероприятий. На текущем этапе будут использоваться тестовые наборы данных (csv). Есть следующие файлы:

1. events.csv – список мероприятий. Содержит идентификатор мероприятия, название и тип мероприятия. Пример:

3. eventId,title, type;
4. 1,Доктор Кто в СинемаПарк ,фильм;
5. 2,В мире сказки, выставка;
6. 3,КняZZ,концерт;
7. 4,Новогодняя ночь в пабе Оливер, вечеринка;
8. 5,Обломов,спектакль;
9. 6,Ромео и Джульетта ,опера;
10. 7,Звёздные войны: Последние джедаи, фильм

2. ratings.csv – рейтинг для мероприятий, который выставили пользователи. Пример:

```
userId,eventId,rating,timestamp
1,1,5.0,847117005
1,2,3.0,847642142
1,10,3.0,847641896
1,32,4.0,847642008
1,34,4.0,847641956
1,47,3.0,847641956
```

Ниже приведен листинг функции, с применением LensKit, которая использует тестовые данные и выдает по 10 рекомендаций для каждого пользователя.

Листинг 1. Вывод рекомендаций с помощью LensKit.

```
public void runLenskit() throws Exception {
    // Для начала нужно сконфигурировать dao
```

```

DataAccessObjectdao;
try {
StaticDataSourceds = StaticDataSource.load(dataFile);
// получемданныеизDAO
dao = ds.get();
} catch (IOException e) {
logger.error("Error loading data", e);
throw e;
}
// Далее: загрузитьконфигурациюалгоритмаLensKit
LenskitConfigurationconfig = null;
try {
config = ConfigHelpers.load(new File("item-item.groovy"));
} catch (IOException e) {
throw new RuntimeException("Error loading configuration", e);
}
// Сейчас необходимо сбилдить рекомендательный движок и передать
ему конфигурацию и DAO
// Он вычислит матрицу подобия и вернет рекоменд. движок, который
её использует
LenskitRecommenderEngine engine =
LenskitRecommenderEngine.build(config, dao);
try (LenskitRecommender rec = engine.createRecommender(dao)) {
// мы хотим рекомендовать мероприятия (items)
ItemRecommenderirec = rec.getItemRecommender();
// дляпользователей
for (longuser :users) {
// получим 10 рекомендаций
ResultListrlist = irec.recommendWithDetails(user, 10, null, null);
System.out.format("Recommendations for user %d:\n", user);
for (Result item : rlist) {
Entity itemData = dao.lookupEntity(CommonTypes.ITEM, item.getId());
String name = null;
if (itemData != null) {
name = itemData.maybeGet(CommonAttributes.NAME);
}
System.out.format("\t%d\t\t(%s): \t%.2f\n", item.getId(), name,
item.getScore());
}
}
}
}
}

```

Пример полученного результата:

Recommendations for user 1:

- 102 Спектакль "Любка": 5,63
- 670 Фердинад: 5,59
- 666 Ёлки новые: 5,58
- 854 Зимнее настроение: 5,57
- 438 Крыша мира - Тибет: 5,57
- 138 Три богатыря и принцесса Египта: 5,56
- 128 Frost-Fest-2018: 5,53
- 141 Самоцветы: 5,53
- 260 Павел Кашин: 5,51
- 26 Сборная союза: 5,50

Recommendations for user 2:

- 322 Выставка "Вологодская крепость": 6,70
- 166 В гостях у сказки: 6,10
- 782 Современное народное искусство Вологды: 6,04
- 596 Величайший шоумен: 5,98
- 905 Птица радости: 5,96
- 31 Инкогнито: 5,94
- 381 RedElvises: 5,94
- 314 Любэ (2004)): 5,87
- 52 Виктор Королев: 5,83
- 235 Спектакль "Школа для дураков": 5,76

Список литературы:

1. J. Herlocker, J. Konstan, L. Terveen, and J. Riedl. *Evaluating collaborative filtering recommender systems*, ACM Transactions on Information Systems, 2004.
2. Ржеуцкая, С.Ю. *Базы данных. Теоретические и языковые основы: учебное пособие – Вологда: ВоГУ, 2016. – 112 с.*

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ И АДГЕЗИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ МЕЖФАЗНОГО КОНТАКТА КОМПОЗИТОВ

Карпуничев А.В.

*Магистрант ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет»,
Вологда*

В статье рассматривается тема формирования межфазного контакта композиционных материалов. Рассмотрено влияние адгезионных и термодинамических процессов на свойства материала. Применяемые при исследовании методы математического моделирования позволяют пронаблюдать рассмотренные процессы и избежать недостатков при изготовлении композиционных изделий на практике.

Ключевые слова: композиционный материал; поверхностное натяжение; моделирование; межфазная граница; матрица; адгезия; смачивание; краевой угол.

THERMODYNAMIC AND ADHESIVE PROCESSES IN THE FORMATION OF INTERFACIAL CONTACT OF COMPOSITES

Karpunichev A.V.

Graduate student of Vologda State University, Vologda

The article deals with the formation of interphase contact of composite materials. The influence of adhesion and thermodynamic processes on the material properties is considered. The methods of mathematical modeling used in the study allow to observe the considered processes and avoid shortcomings in the manufacture of composite products in practice.

Keywords: composite material; surface tension; modeling; interphase boundary; matrix; adhesion; wetting; edge angle.

Развитие научно–технического прогресса во многом определяется созданием новых материалов с уникальными физическими свойствами. Примером может являться разработка композиционных материалов (КМ).

За последнее десятилетие КМ и конструкции находят широкое применение в различных областях науки и техники, композиты активно вошли в нашу жизнь и заменили традиционные материалы в энергетике, транспорте, электронике и многих других сферах.

КМ представляют собой конструкцию из нескольких компонентов, таких как: матрица; армирующее волокно, межфазная граница, то есть граница между матрицей и волокном.

В отличие от традиционных материалов, технология создания которых хорошо отработана, создание композитов имеет ряд трудностей и

проблем. Одна из проблем, которая возникает при создании КМ, связана с формированием межфазного контакта на границе раздела между матрицей и волокном. Главным фактором формирования такого контакта является устойчивый процесс адгезии.

Актуальность исследования обуславливается тем, что в реальных системах контакт между волокном и матрицей не будет абсолютным. Таким образом, для успешного моделирования композиционного материала необходимо учитывать термодинамические и адгезионные процессы.

Целью данного исследования является выявление факторов, улучшающих процесс адгезии в металлических композитах, при заданных механических характеристиках.

Объектом исследования является система КМ, состоящего из жидкого металла и тугоплавкого окисла. Процесс создания композиционного материала и выявление его свойств, были смоделированы в модуле Digimat, принцип действия которого основан на методе конечных элементов (МКЭ).

Математическая модель позволяет установить:

- отсутствие условий макроскопического взаимного движения отдельных частей системы;
- условия теплового равновесия во всех точках системы (т.е. отсутствие энтропийных потоков);
- отсутствие условий молекулярной диффузии и фазовых переходов.

Адгезия – явление соединения приведенных в контакт поверхностей. Адгезии между двумя твердыми телами, почти всегда способствует предварительный переход хотя бы одной из фаз в жидкое состояние, для осуществления интенсивности молекулярно-кинетического движения и осуществления необходимого контакта между матрицей и волокном [1]. Как правило, адгезия сопровождается процессом смачивания.

Смачивание – процесс взаимодействия жидкости с поверхностью твердого тела [1]. Процессы адгезии и смачивания характеризуют межфазное взаимодействие в КМ. Скорость установления межфазного взаимодействия определяется величиной краевого угла смачивания, который образует капля жидкости на поверхности твердого тела. Положение этой капли определяется поверхностными энергиями жидкости, твердого тела и энергией на границе их раздела. Взаимосвязь между поверхностными энергиями и краевым углом устанавливается в соответствии с уравнением Юнга [2, 3]:

$$\cos \theta = \frac{(\gamma_{тг} - \gamma_{тж})}{(\gamma_{жг})}, \quad (1)$$

где $\gamma_{тг}$ – поверхностная энергия твердого тела;
 $\gamma_{жг}$ – поверхностная энергия границе;
 $\gamma_{тж}$ – поверхностная энергия жидкости;
 θ – краевой угол смачивания.

Установлено, что для твердых смачиваемых систем краевой угол должен находиться в пределах от 0 до 90 градусов. Для несмачиваемых больше 90 градусов [3, 4]. Процесс изменения краевого угла зависит от изменения поверхностных энергий. Для увеличения смачивания необходимо уменьшить энергию поверхностного натяжения жидкости, это можно сделать за счет введения поверхностно-активных веществ, либо повышением температуры, в результате чего повышается работа адгезии, а энергия поверхностного натяжения уменьшается это приводит к тому, что нерастекающаяся жидкость станет растекаться или процесс несмачивания перейдет в процесс смачивания.

Алгоритм МКЭ:

- 1) дискретизация (разбивка на отдельные элементы);
- 2) составление матриц жесткости каждого элемента;
- 3) формирование глобальной матрицы жесткости всей области;
- 4) решение системы линейных уравнений относительно узловых перемещений;
- 5) вычисление деформации и напряжений в элементе;

В ходе исследования была рассмотрена общая модель, которая учитывает адгезионные взаимодействия волокна и матрицы с поверхностным натяжением. Также модель учитывает природу материалов используемых, в качестве жидкого металла и тугоплавкого окисла.

В результате анализа смачивания тугоплавких окислов было выявлено:

– поверхностное натяжение между двумя фазами характеризует различие сил взаимодействия между молекулами, с увеличением поверхностного натяжения процесс смачивания ухудшается, чем больше различаются по своей природе силы межмолекулярного взаимодействия, тем больше межфазное поверхностное натяжение, что объясняется разностью термодинамических потенциалов в процессе реакции.

– взаимодействие жидкого металла с окислом определяется взаимодействием расплава с кислородом окисла, это говорит о том, что процесс смачивания и адгезии улучшается при использовании в качестве расплава металла, имеющего наибольшее сродство к кислороду.

Список литературы:

1. Карпов, Я.С. *Механика композиционных материалов* / Я.С. Карпов, – Харьков, 2004. – 104с.
2. Сумм, Б.Д. *Физика и химия межфазных явлений* / Б.Д. Сумм. – Тверь: ТГУ, 1998. – 100с.
3. Пономарева М.А., Якутенок В.А. *Моделирование растекания капли вязкой жидкости в плоской постановке при больших числах Бонда* // Вестник ТГУ. Математика и механика. 2007. № 1. С. 79 – 83.
4. Пухначев В.В., Солонников В.А. *К вопросу о динамическом краевом угле* // ПММ. 1982. Т. 446. № 6. С. 961 – 971.

ПРОТИВОДЫМНАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЙ ПОВЫШЕННОЙ ЭТАЖНОСТИ

Королёва Т.И.

*Д-р техн. наук, профессор ФГБОУ ВО «Пензенский государственный
университета архитектуры и строительства», Пенза*

Безяев А.А.

*Студент ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университета
архитектуры и строительства», Пенза*

Представлены мероприятия по обеспечению противодымной защиты зданий повышенной этажности и дана оценка эффективности противодымной защиты высотных зданий методами вычислительной аэрогидродинамики.

Ключевые слова: пожарная безопасность, высотные, технологии, повышенной этажности, пожар, противодымная защита, давление, испытания, аэрогидродинамика.

SMOKE PROTECTION OF HIGH-RISE BUILDINGS

Koroleva T.I.

*Dr. Tech. Sci., Professor of Penza State University of Architecture and
Construction, Penza*

Bezyaev A.A.

Student of Penza State University of Architecture and Construction, Penza

Presents activities to provide smoke control in high-rise buildings and evaluate the effectiveness of smoke control in tall buildings by CFD methods of Aero- and hydrodynamics.

Keywords: fire safety, tall, technology, high-rise, fire, smoke protection, pressure testing, Aero-and hydrodynamics.

Каждый год статистика отмечает несчастные случаи, происшедшие в результате пожаров в жилых зданиях, на работе и в общественных местах. При этом преобладающее число смертных случаев связано с вдыханием людьми дыма и токсичных газов. С увеличением высоты зданий скорость задымления путей эвакуации из здания (лестничные клетки, шахты лифтов, поэтажные коридоры) возрастает.

Поэтому в настоящее время при проектировании зданий с учетом пожарной безопасности стремятся защитить пути эвакуации от проникания в них дыма и сохранить их свободными для доступа эвакуируемых людей и пожарной команды. Процесс движения дыма в зданиях все еще требует

дальнейшего изучения, несмотря на то, что у нас в стране есть накопленный опыт проектирования и практического использования систем противодымной защиты и результаты научных исследований в этой области.

К зданиям повышенной этажности относятся общественные и жилые здания высотой от 30 до 70м, а также производственные здания с отметкой пола верхнего этажа 30 м. Такие здания в отличие от обычных имеют более высокую пожарную опасность, которая обусловлена высотой, протяженностью и планировкой этажей, наличием большого количества горючих материалов в виде конструкций, отделки, мебели, насыщенностью вертикальными коммуникациями и энергетическим оборудованием и т.п. [2].

Одна из основных задач противодымной защиты – локализация дыма и токсичных газов, предотвращение их воздействия на людей. Это достигается созданием избыточного давления на участках (зонах или отдельных помещениях), смежных с очагом возгорания, и пониженного давления на горящем участке. В результате происходит гидродинамическое зонирование и локализация возгорания. Также, где возможно, необходимо предусмотреть зоны безопасности с избыточным давлением, которые могут служить укрытием как эвакуирующимся гражданам, так и работающим пожарным.

Для решения данных задач в состав системы противодымной защиты входят:

- система вытяжной противодымной вентиляции;
- система приточной противодымной вентиляции [3].

Система вытяжной противодымной вентиляции предназначена для обеспечения пониженного давления на горящем участке, удаления продуктов горения, в том числе и холодного дыма, который, концентрируясь на нижних уровнях, не только чрезвычайно опасен, но и практически не удаляем любым другим способом. Данная система также способствует поддержанию относительно низкой температуры[4].

Система приточной противодымной вентиляции обеспечивает подачу наружного воздуха для создания избыточного давления в лифтовых шахтах, незадымляемых лестничных клетках, тамбур-шлюзах незадымляемых лестничных клеток, объектах, смежных с горящим участком, а также поддержания требуемой концентрации кислорода в местах массового нахождения и движения людей.

Проводят аэродинамические испытания, целью которых является анализ работы вентиляторов систем противодымной защиты в том же режиме, как и при пожаре. Считается, что вентиляторы систем противодымной защиты выбраны правильно, если при их работе давления соответствуют нормативным [1].

В данной статье, в качестве объекта исследования противопожарной защиты зданий повышенной этажности, была выбрана система

противодымной защиты десятиэтажного здания высотой 33 м в г. Пензе. Здание имеет две лестничные клетки: одна категории Н2 – с подпором воздуха в лестничную клетку в случае пожара и естественным освещением на каждом надземном этаже через застекленные проемы в наружных стенах и другая категория Н3 – с входом на лестничную клетку на каждом надземном этаже через противопожарный тамбур-шлюз 1-го типа с подпором воздуха в случае пожара и естественным освещением на каждом этаже через застекленные проемы в наружных стенах.

Эвакуация людей предусмотрена по коридору через тамбур-шлюз и лестничные клетки. Расчетная максимальная скорость эвакуации – 1,5 мин. Вентиляторы подпора воздуха создают приток свежего воздуха навстречу эвакуирующимся людям и обеспечивают избыточное статическое давление 20 Па в плоскости дверных проемов, отделяющих коридор от тамбуршлюза и лестничной клетки категории Н2. Массовый расчетный расход дыма через клапан дымоудаления – 3,66 кг/с.

Предполагается, что возгорание происходит в помещении, наиболее отдаленном от выходов на лестничные клетки. Распространение пожара из этого места представляет наибольшую потенциальную опасность. На начальной стадии пожар локализован внутри помещения. Он сопровождается образованием высокотемпературных дымовых газов, скапливающихся у потолка. В момент открывания двери кабинета происходит прорыв дымовых газов в коридор этажа и начинается заполнение коридора дымом. В этот же момент включается в работу система дымоудаления. Расчетная схема задымляемого помещения – коридора этажа - показана на рис. 1.

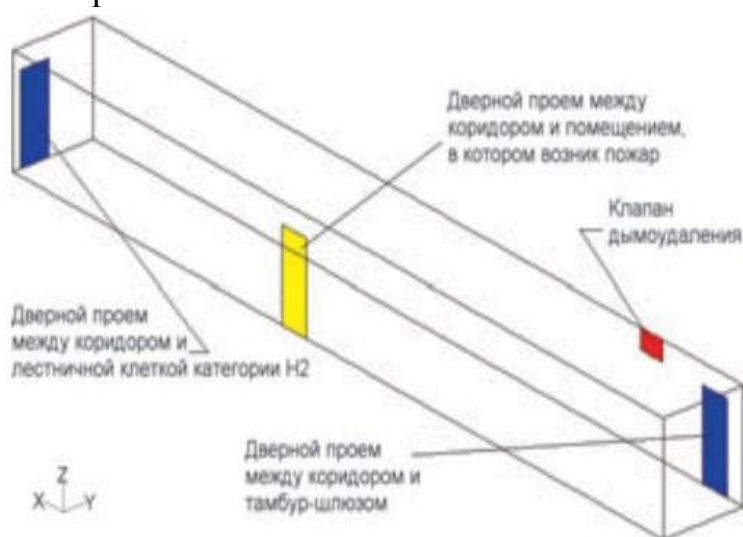


Рисунок 1 – Схема задымляемого коридора

Чтобы адекватно смоделировать процесс распространения дыма в коридоре этажа методами вычислительной аэрогидродинамики и при этом сэкономить вычислительные ресурсы, необходимо учесть наиболее

существенные стороны процесса – нестационарность, неизотермичность, явления турбулентности и гидростатики (в частности, эффект плавучести) и попытаться отбросить второстепенные. В первом приближении дым может быть смоделирован как среда, отличающаяся лишь температурой, но не химическим составом (т.е. как горячий воздух). Тем самым из трех опасных факторов пожара и задымления – действие высоких температур, токсичность продуктов горения и ухудшение видимости – непосредственно оценивается только температурный фактор, а остальные полагаются коррелирующими с ним[7].

Существенное значение имеет также точное представление геометрии пространства коридора (габариты и расположение дверных проемов, источника дыма и клапана дымоудаления) с достаточным его разрешением. Для математического моделирования трехмерного нестационарного турбулентного течения газообразной среды в объекте исследования разработана компьютерная программа численного решения полной системы осредненных по Рейнольдсу уравнений Навье-Стокса. Система включает уравнения неразрывности, сохранения количества движения и энергии, которые можно записать в следующем обобщенном виде:

$$\frac{\partial \rho \phi}{\partial t} + \nabla(\rho V \phi) = \nabla(\Gamma_{\phi} \nabla \phi) + S_{\phi} \quad (1)$$

где ϕ – независимая переменная,
 ρ, V – соответственно плотность среды и скорость,
 Γ_{ϕ} – обобщенный коэффициент диффузии
 S_{ϕ} – источниковый член.

Непосредственными результатами численного моделирования распространения дыма в коридоре типового этажа при работающей системе механического дымоудаления являются значения независимых переменных системы уравнений (давления, скорости, температуры и параметров турбулентности) в узлах расчетной сетки на каждом временном шаге. Применение современных средств компьютерной графики и визуализации позволяет представить расчетные данные в удобной для анализа форме: в виде векторных полей, линий уровня (изолиний) заданного параметра на заданных реальных или виртуальных поверхностях и т.д.[8].

На рис. 2 представлены изоповерхности температуры среды 70°C в различные моменты времени. Эта температура является предельно допустимой для безопасной эвакуации людей из задымляемого помещения. Ее изоповерхность можно интерпретировать как тепловую границу дымового слоя.

Дымовой слой имеет наибольшую толщину в северной части коридора (его граница, соответствующая температуре 70°C, находится ниже отметки 1,7 м от пола), наименьшую – в южной его части (граница, соответствующая температуре 70°C, находится выше отметки 1,7 м от пола), особенно в непосредственной близости от дымового клапана. На рис.

2 показаны изолинии температуры дымогазовоздушной смеси в плоскости, находящейся на отметке 1,7 м от пола (средний рост человека), в различные моменты времени. Из рисунка видно, что на 16-й секунде на пути эвакуации имеются участки с температурой, превышающей 70°C (максимальная температура 77°C), но большую часть площади занимают изолинии с температурой ниже 37°C .



Рисунок 2 – Развитие тепловой границы (70°C) дымового слоя во времени

На 90-й секунде на всем пути эвакуации к лестнице категории Н2 температура превышает 70°C (максимальная температура 92°C). При этом на пути эвакуации в сторону клапана дымоудаления и тамбур-шлюза с выходом на лестничную клетку категории Н3 температура не повышается выше 37°C .

Выполненное численное моделирование системы противодымной защиты типового этажа высотного здания методами вычислительной аэрогидродинамики подтвердило эффективность рассчитанной по нормативным документам системы дымоудаления при предполагаемом сценарии пожара и принятых значениях режимных параметров. Согласно численному прогнозу люди имеют возможность безопасно эвакуироваться

из коридора этажа высотного здания. Эвакуация в сторону выхода на лестничную клетку категории НЗ через тамбур-шлюз предпочтительнее, т.к. там ниже температура воздуха и меньше задымление, особенно в первые 45 с пожара. По высоте коридора приемлемые условия по температуре имеют место ниже отметки 1,7 м от пола.

Поэтому людям желательно эвакуироваться пригнувшись. По окончании расчетного времени эвакуации (1,5 минуты) сохраняется возможность прохода и работы пожарного подразделения, прибывающего к месту пожара на противопожарном лифте, с северного торца коридора. Следует отметить, что исследованный объект имеет достаточно простую геометрическую форму, в отличие от большинства новых архитектурных сооружений.

Основа нормативных документов по противодымной защите была заложена еще во времена СССР. В настоящее время появились новые материалы, новое оборудование систем дымоудаления, в т.ч. и оборудование естественных (гравитационных) систем дымоудаления, найдены новые решения по разбивке на зоны дымоудаления.

Современные здания имеют новые назначения, новые формы, и расчет систем их противодымной защиты вызывает много вопросов, а ответы на них отсутствуют в нормативных документах. Поэтому для всех сложных архитектурных форм в целях повышения безопасности при возникновении пожара расчет системы дымоудаления методами вычислительной аэрогидродинамики особенно целесообразен. Направления исследований должны быть сосредоточены в совершенствовании разработанной методики численного моделирования систем противодымной защиты зданий в направлениях обеспечения возможности описания сложных архитектурных форм и непосредственного учета остальных опасных факторов задымления, помимо температурного.

Система дымоудаления из помещений может обеспечивать незадымленную зону заданной высоты от пола в нижней части помещения или предотвращать выход продуктов горения за пределы горящего помещения. Расчет параметров систем противодымной защиты жилых и общественных зданий был проведен некоммерческим партнерством «Инженеры по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике» – НП «АВОК» 5.5.1–2014 «Расчет параметров систем противодымной защиты жилых и общественных зданий».

Расчет параметров вентиляционного оборудования систем противодымной защиты зданий осуществляется в соответствии с разработанной методикой: «Рекомендации ФГУ ВНИИПО Расчетное определение основных параметров противодымной вентиляции зданий: Методические рекомендации. М., ВНИИПО, 2013 МЧС России» [6].

В связи с тем, что сложность физической картины пожара и его вероятностная природа объективно затрудняют теоретический анализ процесса задымления помещений, то действующие нормативные методики проектировочного расчета систем противодымной защиты зданий основаны на очень грубых допущениях (об одномерности течения в целом, равномерном распределении параметров в пределах условно выделяемых зон и т.п.) [5].

С развитием численных методов, прикладных и комплексных разделов механики жидкости и газа, теории тепломассообмена и горения, разработкой средств компьютерной графики и визуализации, привело к возникновению вычислительной аэрогидродинамики. Вычислительная аэрогидродинамика использует в качестве базовой физическую модель вязкой жидкости и ее математическую модель - систему уравнений Навье-Стокса с соответствующими начальными и граничными условиями. К ним могут быть добавлены модели локальных явлений: химических реакций, дисперсной фазы и излучения.

Из всего выше сказанного, можно сделать вывод, что необходимо продолжать детально изучать, анализировать и решать вопросы противодымной защиты зданий повышенной этажности.

Список литературы:

1. *Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 29.07.2017) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности"*.
2. *Приказ МЧС России от 21.02.2013 N 116 "Об утверждении свода правил СП 7.13130 "Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности"*.
3. *ГОСТ Р 53300-2009. Противодымная защита зданий и сооружений. Методы приемосдаточных и периодических испытаний* (утв. Приказом Ростехрегулирования от 18.02.2009 N 76-ст).
4. *Есин В.М. Исследование распространения продуктов горения по многоэтажным зданиям и сооружениям и противодымная защита: Дис. докт. техн. наук / М.: ВИПТШ МВД СССР, 2013 г. – 363 с.*
5. *Николаев С.В. Современное высотное строительство, Москва, ГУП "ИТЦ Москомархитектуры", 2014. - 464 с.*
6. *Пожарная безопасность систем отопления и вентиляции: учеб. Ч. 1 / В.М. Есин, С.П. Калмыков, М.В. Панов, В.И. Сидорук, В.Н. Токарев. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2013. – 275 с.*
7. *Ройтман В.М., д-р техн. наук, проф. (ИСА МГСУ, Москва) «Нормирование и проектирование защиты зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения: основные подходы»/«Природные и техногенные риски. Безопасность сооружений». №2, 2011.*
8. *Теличенко В.И., Ройтман В. М. «Обеспечение стойкости зданий и сооружений при комбинированных особых воздействиях с участием пожара - базовый элемент системы комплексной безопасности», М- 2014, 65с.*

АНАЛИЗ И РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ДОЛБЕЖНОГО РЕЗЦА С ТВЕРДОСПЛАВНОЙ ВСТАВКОЙ ДЛЯ СТАНКОВ С ЧПУ*

Макаров А.Г.

*Студент ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет»,
Вологда*

В данной статье рассматриваются принципиальные технологические возможности долбежных станков с ЧПУ. Широкие технологические возможности связаны с набором рабочих движение подачи и применением широко универсального контурного долбежного резца. В процессе проектирования была разработана конструкция универсального долбежного резца с самозаклиниваемой режущей частью из твердого сплава.

Ключевые слова: долбежный резец, твердый сплав, рифления, самозаклинивание, ЧПУ, механообработка.

ANALYSIS AND DEVELOPMENT OF THE CONSTRUCTION OF THE EXTREME CUTTING CASEFERROUS INSERT FOR CNC MACHINES

Makarov A.G.

Student of Vologda State University, Vologda

In this paper, the principal technological possibilities of slotting machines with CNC are considered. Wide technological possibilities are associated with a set of working feed motion and using a wide-universal contour grooving tool. In the design process, the design of a universal slotter with a self-wedged cutting part made of hard alloy was developed.

Keywords: grooving cutter, hard alloy, corrugations, self-jamming, CNC, machining.

В данной статье рассматриваются принципиальные технологические возможности долбежных станков с ЧПУ. Широкие технологические возможности связаны с набором рабочих движение подачи и применением широкоуниверсального контурного долбежного резца.

В настоящее время все большее распространение получают станки с числовым программным управлением. Без станков с ЧПУ невозможно создание гибких автоматизированных производств. С использованием станков с ЧПУ повышается точность обработки, устраняется человеческий

* Научный руководитель Яняк С.В., к.т.н., доцент кафедры «Технологии машиностроения» Вологодского государственного университета.

фактор (усталость рабочего и т.п.), возможна обработка деталей высокой сложности. Системами ЧПУ оснащены практически все группы станков, в том числе, и долбежные. Современные 4-х осевые долбежные станки с ЧПУ (рисунок 1) позволяют производить широкий спектр работ: обработка наружных и внутренних поверхностей, профили с прямолинейными и криволинейными образующими (с функциональной связью между координатами в горизонтальной плоскости), поверхности дисковых кулачков (архимедова и др. спиральные поверхности). Примерами такой обработки могут служить: долбление одиночных и нескольких шпоночных пазов различных типоразмеров; долбление квадратных, шестигранных, многоугольных и других форм отверстий и профилей; долбление зубчатых колес (рисунок 2). В связи с большим разнообразием обрабатываемых профилей необходим инструмент соответствующего назначения.

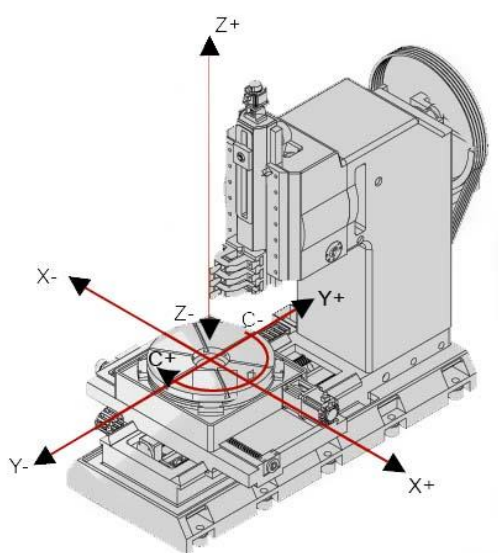


Рисунок 1 – 4-х осевой долбежный станок модели CNC-500-A4

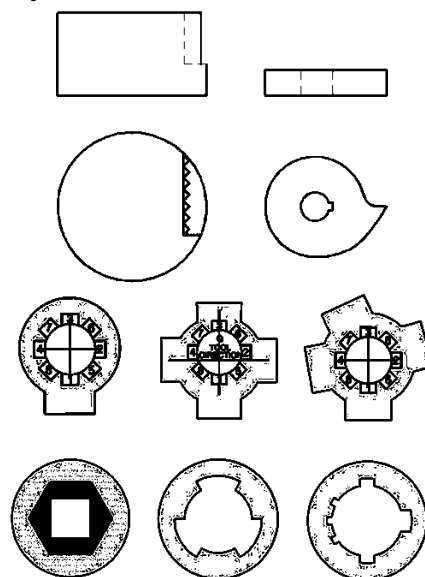


Рисунок 2 – Варианты обрабатываемых форм профилей и поверхностей

Мы предлагаем гребенчатый долбежный резец сборной конструкции (рис. 3) с самозаклинивающейся твердосплавной вставкой, выполненной в форме пластины с рифлениями с двух сторон (рис. 4).

Длина пластины зависит от длины обрабатываемого паза и складывается из трёх размеров: рабочая часть, переходная часть и заделка. Величины углов выбраны в соответствии с условием прочности, режимам обработки и габаритам обрабатываемого паза. Главный задний угол α в пределах от 4 до 6 градусов, главный передний угол γ от 8 до 12 градусов, угол наклона в 5 градусов обусловлен формой паза. Угол заделки в пределах от 6 до 8 градусов обеспечивает самозаклинивание пластины в корпусе резца. Установка пластины в паз корпуса резца производится с небольшим усилием, например, ударом медного молотка. Для удобного извлечения

пластины из корпуса предусмотрено овальное отверстие. Удаление пластины из корпуса резца происходит вручную при помощи клина-рычага.

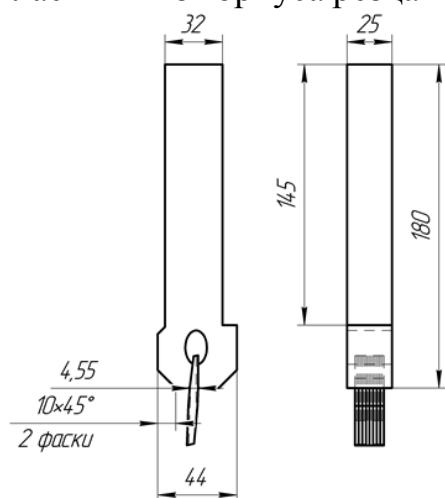


Рисунок 3 – Сборный долбежный резец с установленной пластиной

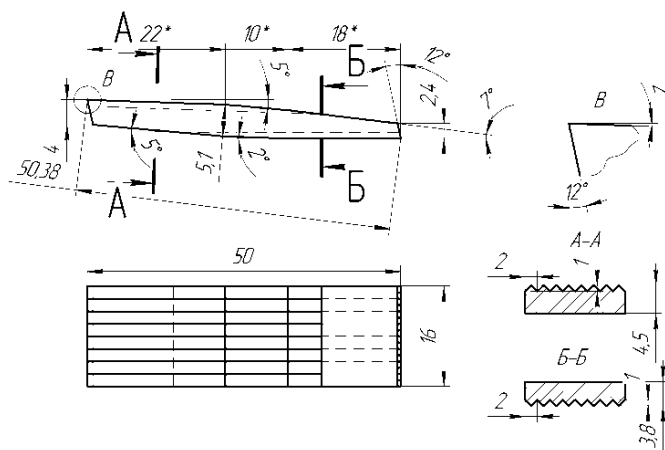


Рисунок 4 – Твердосплавная вставка

Корпус имеет простую прямоугольную форму. Технологичная конструкция корпуса резца позволяет производить обработку на большинстве долбежных станков без применения дополнительной оснастки. Размеры корпуса обусловлены обеспечением достаточного вылета для обработки. Нижняя часть корпуса имеет выступ для предотвращения смещения резца в продольном направлении. Рифления в пазе самого корпуса сделаны по всей ширине для установки пластин различной ширины. Корпус изготовлен из конструкционной стали. В нем возможна установка пластин для обработки рифлений разного шага, формы и глубины, а также вставок в виде: проходных двухсторонних или односторонних долбежных резцов, долбежных резцов для обработки шпоночных пазов, канавочных долбежных резцов, зубчатых долбяков для обработки зубчатых колёс для внешнего или внутреннего зацепления. Возможна установка не только твердосплавных пластин, но и пластин из быстрорежущей стали.

Пластина изготавливается методом порошковой металлургии с прессованием в жесткой пресс-форме из твердых сплавов марки Т5К10 и Т5К12. Пресс-форма состоит из сборной матрицы, нижнего и верхнего пуансонов. Гнездо матрицы имеет простую прямоугольную форму. Рифления и углы формируются торцевыми поверхностями пуансонов. Пуансоны могут быть извлечены из матрицы для нанесения рифлений и иметь цельную или сборную конструкцию (для разных форм рифлений). Для упрощения производства режущей пластины, она ограничена по периметру взаимно параллельными плоскостями.

Также в нашей работе представлена конструкция контурного долбежного резца с оригинальным унифицированным корпусом (рис.5). В

состав резца входят твердосплавная вставка 1, державка 2, разрезной адаптер 3.

Твердосплавная вставка (рис.6) можно разделить на три части: рабочая часть в форме пирамиды; связующая часть, обеспечивающая вылет; заделка, представляющая из себя клин с самотормозящим углом в 6° с рифлениями на одной плоскости. Вставка по периметру ограничена взаимно параллельными плоскостями для облегчения их производства методом порошковой металлургии. Линейные и угловые размеры вставки обеспечивают достаточный вылет резца и в целом работу инструмента. Глубина обрабатываемого профиля не зависит от размера пластины и обеспечивается размером державки.

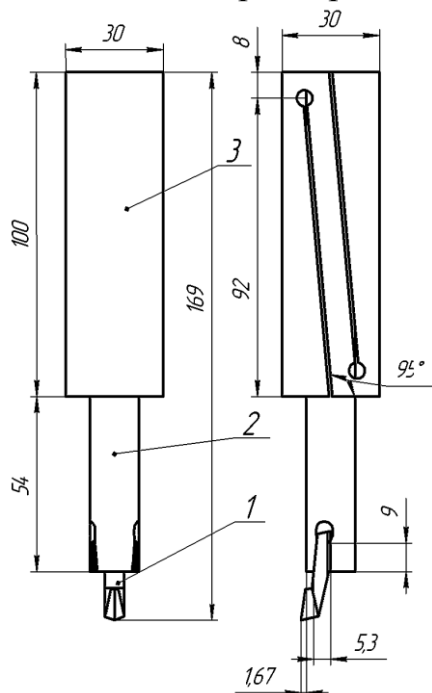


Рисунок 5 – Сборный долбежный резец с установленной вставкой

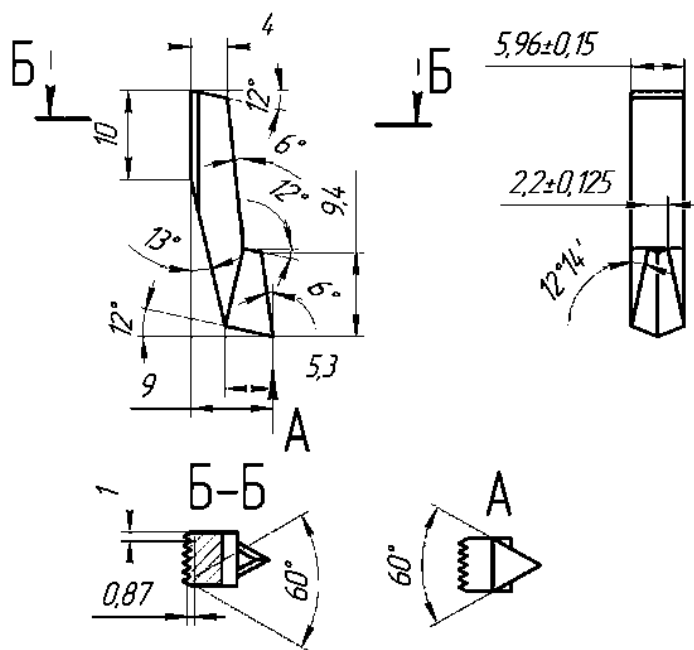


Рисунок 6 –Твердосплавная вставка

Державка (рис. 7) представляет собой стержень круглого сечения с поперечным пазом и поперечным овальным отверстием, смещенным от оси для обеспечения расклинивания вставки и державки. Длина державки обеспечивает необходимую глубину обработки. На поверхности, лежащей на оси стержня, нанесены рифления. Рифления сделаны по всей ширине паза для возможности установки вставок различной ширины. Посадка державки в отверстие адаптера осуществляется с натягом.

Адаптер (рис. 8) представляет собой разрезной параллелепипед с центральным продольным отверстием с обнижением. Обнижение служит для сбора возможных загрязнений, попавших на поверхность отверстия во время сборки. Разрезы предназначены для создания необходимой прижимной силы без больших пластических деформаций самого адаптера и

сохранения точности позиционирования. Прямоугольная форма адаптера выбрана для облегчения установки резца на станке.

Державка и адаптер изготовлены из конструкционной стали. Возможна установка не только твердосплавных пластин, но и ножей из быстрорежущей или легированной инструментальной стали.

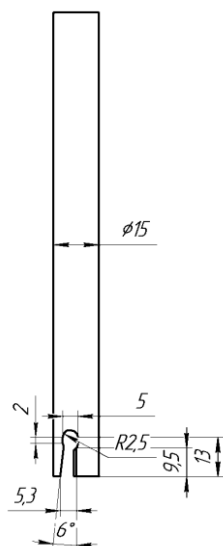


Рисунок 7 – Державка

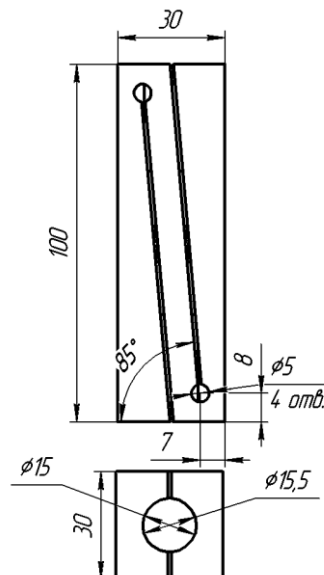


Рисунок 11 – Адаптер

Твердосплавные пластины изготавливаются методом порошковой металлургии с прессованием в жесткой пресс-форме.

Ножи из быстрорежущей стали производятся обработкой резанием.

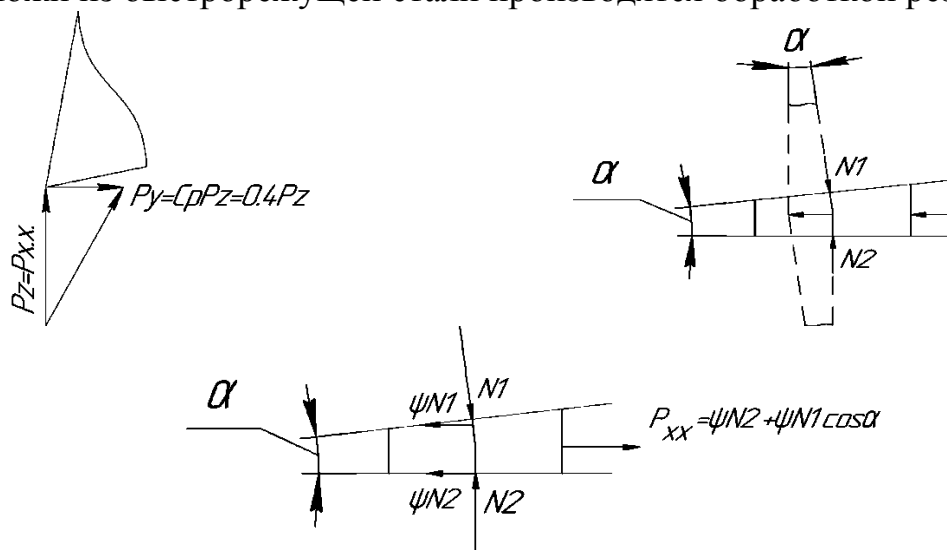


Рисунок 12 – Анализ условий самоторможения

Предложенный комплект долбежных резцов с унифицированным корпусом должен обеспечить долбежное производство необходимым инструментом для обработки сложных профилей. Унифицированный корпус может быть изготовлен на большинстве производств. Ожидается, что предложенный долбежный резец уменьшит трудоемкость обработки.

Технологичная конструкция универсального корпуса долбежного резца позволяет использовать один и тот же корпус для обработки различным долбежным инструментом при помощи замены вставок.

Список литературы:

1. Макаров А.Г., Яняк С.В. Разработка конструкции сборного долбежного резца /А.Г. Макаров, С.В. Яняк // Содружество наук. Барановичи-2016: материалы XII международной науч.-практ. конф. молодых исследователей. Часть 2 – Барановичи, 2016. – С. 141–143.
2. Макаров А.Г., Яняк С.В. Разработка конструкции универсального долбежного резца со сменной заклиниваемой рабочей частью // Современные материалы, техника и технологии. – 2016. – №4 – С. 126.
3. Макаров А.Г., Яняк С.В. Разработка конструкции унифицированного долбежного резца со сменной заклиниваемой рабочей частью // Поколение будущего: взгляд молодых ученых. Сборник научных статей 5-й Международной молодежной научной конференции. Том 3– Курск, 2016. – С. 215–219.

СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ДОШКОЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Маклакова А.А.

*Магистрант ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет»,
Вологда*

Данная статья содержит описание разработанной информационной системе, предназначенной для проведения педагогической диагностики в дошкольной образовательной организации. В тексте рассматриваются основной функционал и интерфейс. Также приводятся документы, на основе которых была спроектирована система. Описанный программный продукт позволяет оценить качество современного дошкольного образования, повысить эффективность работы с воспитанниками и облегчить работу для воспитателей дошкольной образовательной организации.

Ключевые слова: система, диагностика, педагогический процесс, образовательный маршрут, образование, стандарт, эффективность, дошкольная образовательная организация.

DIAGNOSTICS SYSTEM OF PEDAGOGICAL PROCESS IN PRESCHOOL EDUCATIONAL ORGANIZATION

Maklakova A.A.

Graduate student of Vologda State University, Vologda

This article describes information system for execution diagnostic of pedagogical process in preschool educational organization. Functionality and interface are considered in this text. Normative documents and standards are given. The software product allows to estimate quality of modern preschool education. The system provides increase of efficiency of work with pupils. The work of teachers in preschool educational organization becomes easier.

Keywords: system, diagnostic, pedagogical process, educational route, education, standard, efficiency, preschool educational organization.

В данной статье представлена разработанная информационная система, обеспечивающая проведение в дошкольной образовательной организации педагогической диагностики. Система разработана в рамках выпускной квалификационной работы студента ВоГУ Маклаковой Анастасии под руководством Ржеуцкой Светланы Юрьевны.

На данном этапе становления нашего общества процесс развития дошкольников должен полностью отвечать современным социальным

ожиданиям. Вопрос обеспечения гибкости и доступности образования наиболее часто решается посредством использования информационных технологий [1].

В стратегии развития образования в Вологодской области на период до 2020 года, основанной на постановлении от 3 марта 2009 года №398, обеспечение образовательных организаций средствами информационно-коммуникационными технологиями является одной из главных задач [2].

Представленная ниже система позволит обеспечить проведение диагностики педагогического процесса в дошкольной образовательной организации. Целью ее создания является повышение эффективности обучения, а также облегчение работы воспитателей.

Диагностика педагогического процесса осуществляется в рамках программы «От рождения до школы», разработанной на основе Федерального государственного образовательного стандарта дошкольного образования [3].

Применение данной методики позволяет оценить не только индивидуальное развитие дошкольников, а также эффективность работы педагогов. На основе результатов проводится планирование дальнейших действий и построение образовательных маршрутов для воспитанников.

Диагностика педагогического процесса напрямую связана с навыками и умениями ребенка по нескольким образовательным областям, соответствующим Федеральным государственным образовательным стандартам дошкольного образования (приказ Министерства образования и науки № 1155 от 17 октября 2013 года). Каждая область содержит определенные критерии, позволяющие комплексно оценить качество образования. Результаты подводятся 2 раза в год.

Технология диагностики включает этап выставление воспитанникам баллов, по которым затем считается итоговый показатель по каждому ребенку, и подсчет итоговых показателей по группе.

Все данные собираются воспитателями в процессе общения с детьми, при проведении различных игр, наблюдений и т.д. Результат оформляется в виде карты детского развития (рис. 1).

На данный момент, информационная система используется для работы детского сада комбинированного вида №77 "Земляничка" города Вологды. После проведения необходимых доработок планируется ее продвижение в другие детские сады города.

Разработанная система поможет в решении следующих задач:

- Индивидуализация образования;
- Оптимизация работы воспитателя с группой;
- Анализ и корректировка педагогического процесса.

Структура информационной системы представлена на рис. 2.

Система содержит в себе:

- [illegible]

The diagram illustrates the architecture of an Information System. It consists of the following components and their interactions:

- Клиент (Client):** Represented by a vertical bar on the left. Two arrows point from it to the Client application box, indicating communication.
- Клиентское приложение (Client application):** A rectangular box that receives input from the client and interacts with the MySQL database via a bidirectional arrow.
- MySQL:** A rectangular box representing the database management system, which interacts with the actual database via a bidirectional arrow.
- База данных (Database):** Represented by a cylinder icon, it stores the data and is connected to MySQL.

The entire system is labeled **Информационная система** (Information system) at the top.

Для создания данной информационной системы используются такие средства как система управления базами данных MySQL 5.5 и QtCreator 3.5.1.

101

– предоставлять для воспитателей информацию о заданиях и упражнениях.

Клиентское приложение состоит из 6 вкладок.

Рассмотрим некоторые из них ниже.

Вкладка «Диагностика» позволяет вносить и просматривать результаты диагностики. Ее основу составляют две рабочие области, представленные на рис. 3.

Область под номером 1 предназначена для внесения новых результатов диагностики. Здесь размещены компоненты, позволяющие выбрать ребенка, критерии, поставить необходимый балл и дату. Область 2 позволяет просмотреть результаты диагностики, внесенные ранее.

	Фамилия	Имя	Балл	Дата	Критерий
1	Баданин	Александр	4	2016-09-30	Старается соблюдать правила поведения в общественных местах, в ...
2	Баданин	Александр	4	2016-09-30	Может дать нравственную оценку своим и чужим поступкам/действ...
3	Баданин	Александр	3	2016-09-30	Понимает и употребляет в своей речи слова, обозначающие эмоци...
4	Баданин	Александр	3	2016-09-30	Понимает скрытые мотивы поступков героев литературных произв...
5	Баданин	Александр	3	2016-09-30	Выполняет обязанности дежурного по столовой, уголку природы.

Рисунок 3 – Вкладка «Диагностика»

На вкладке «Результаты диагностики» (рис. 4) область под номером 1 помогает сформировать диагностическую карту, являющуюся отчетной формой в дошкольной образовательной организации. Пользователь выбирает номер группы и образовательную область, а также дату проведения педагогической диагностики.

При нажатии на кнопку «Сформировать» создается файл в формате *xlsx*, содержащий в себе сводную таблицу результатов диагностики по выбранной образовательной области для данной группы.

Вторая область предназначена для формирования индивидуальных образовательных маршрутов воспитанников, которые формируются на основе результатов диагностики. Воспитатель выбирает воспитанника и указывает дату, от которой строится образовательная траектория.

Список заданий и упражнений, отобранный для выбранного воспитанника, можно сохранить в файл формата *xlsx*. На основе такого

образовательного маршрута воспитатель будет строить свою индивидуальную работу с каждым ребенком.

Рисунок 4 – Вкладка «Результаты диагностики»

Возможности системы были протестированы на основе реальных данных. В ходе тестирования были следующие выводы:

- Система не нарушает целостности хранимых данных;
- Реализованный функционал работает корректно;
- Все данные отображаются правильно;
- Реализованная схема базы данных полностью подходит для работы с данными с помощью получившегося набора функционала.

Информационная система для диагностики педагогического процесса в дошкольной образовательной организации отражает тенденции развития оценки качества современного образования. Позволяет педагогу экономить время на обработку данных и построение образовательных маршрутов.

Следовательно, можно сделать вывод, что система сможет повысить уровень эффективности педагогического процесса в дошкольной образовательной организации, учитывая все аспекты образования.

Список литературы:

1. Чупрова, Е. С. Использование информационных технологий в коррекционной работе// Педагогика: традиции и инновации: материалы IV междунар. науч. конф. (г. Челябинск, декабрь 2013 г.). – Челябинск: Два комсомольца, 2013. – С. 75-78.
2. Постановление о стратегии развития образования в Вологодской области на период до 2020 (в ред. постановления Правительства Вологодской области от 22.12.2011 №1653) – 3 марта 2009 года – №398.
3. Федеральный государственный образовательный стандарт дошкольного образования: приказ Министерства образования и науки – 17 октября 2013 года – № 1155.

СТРУКТУРА, ПРОЧНОСТЬ И ДЕФОРМАТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ ПРИ ОСЕВОМ СЖАТИИ

Макридин Н.И.

Д-р техн. наук, профессор ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», Пенза

Максимова И.Н.

Канд. техн. наук, доцент ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», Пенза

Полубарова Ю.В.

Аспирант ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», Пенза

Экспериментально определены прочностные и деформативные характеристики цементного камня разной структуры при кратковременном нагружении до разрушения. Дана сравнительная оценка продольных и поперечных относительных полных деформаций, коэффициента поперечной деформации и дифференциального коэффициента поперечной деформации.

Ключевые слова: цементный камень, призмная прочность, предельная продольная и поперечная деформативность, коэффициент Пуассона, дифференциальный коэффициент поперечной деформации.

STRUCTURE, STRENGTH AND DEFORMATIONAL FEATURES OF CEMENT STONE AT AXIAL COMPRESSION

Makridin N.I.

Dr. Tech. Sci., professor of Penza State University of Architecture and Construction, Penza

Maksimova I.N.

Cand. Tech. Sci., Associate Professor of Penza State University of Architecture and Construction, Penza

Polubarova Yu.V.

Postgraduate student of Penza State University of Architecture and Construction, Penza

The strength and deformation characteristics of the cement stone of different structures are determined experimentally under short-term loading to failure.

Comparative evaluation of longitudinal and transverse relative total deformations, coefficient of transverse deformation and differential coefficient of transverse deformation is given.

Keywords: cement stone, prismatic strength, ultimate longitudinal and transverse deformability, Poisson's ratio, differential coefficient of transverse deformation.

Современная тенденция использования в строительстве бетонов нового поколения, то есть более высокопрочных бетонов, отличающихся высокими реотехнологическими свойствами цементных систем, повышенной плотностью, однородностью и прочностью матричной фазы за счет модифицирования ее структуры химическими пластифицирующими добавками с высоким водоредуцирующим эффектом, обуславливает необходимость более детального изучения механического поведения цементного камня разной структуры и прочности как с позиций механики деформируемого твердого тела, так и с позиций структурной механики разрушения материалов с оценкой деформационных эффектов на диаграмме нагружения, позволяющих судить о его конструкционной прочности как комплексной механической характеристике, включающей сочетание критериев прочности, надежности и долговечности, и получать условия оптимизации состояния по тем или иным параметрам механического поведения цементной дисперсной системы.

Целью данной работы является изучение деформационных особенностей и структурных изменений цементного камня разной структуры и прочности в процессе его механического нагружения при осевом сжатии. В работах [1, 2] отмечено, что раскрытие функциональной связи между действующими напряжениями и деформациями $\sigma = f(\varepsilon)$ представляет собой одно из важнейших направлений механики деформируемого твердого тела и является одним из основных этапов в изучении механического поведения цементных систем, так как в диаграмме сжатия и растяжения отражается связь деформативных и прочностных свойств любых твердых тел конструкционного назначения. Вместе с тем, как подчеркнуто в работе [3], свойства бетона наиболее отчетливо проявляются при анализе его объемных деформаций, так как анализ объемного деформирования бетона при сжатии (основном виде сопротивления материала в конструкции) и изменение величин модуля деформации и дифференциального коэффициента поперечной деформации с нагрузкой показывает, что по диаграмме состояния бетона можно судить об изменениях указанных характеристик деформирования. При этом следует отметить, что многочисленными исследованиями показано, что цементный камень или клей, являясь матричным компонентом структуры конструкционного бетона, предопределяет его механическое поведение как при силовом, так и несиловом воздействии.

Для изучения деформативных свойств и прочности цементного камня при осевом сжатии был использован себряковский бездобавочный

портландцемент активностью 41,5 МПа с нормальной густотой, равной 0,26. Минералогический состав цемента, %: C_3S – 56; C_2S – 19; C_3Al – 13 и C_4AlFe – 12. Были изготовлены и испытаны две серии образцов из цементного камня с В/Ц, равным 0,25 и 0,31. Приготовление смесей и изготовление образцов-призм размером 40×40×160 мм производили по методике ГОСТ 310.4-81. После суточного хранения в формах над водой образцы распалубливали и помещали на 27 суток в ванну с водой. Испытания образцов проводили в возрасте цементного камня 60–65 суток, испытания проводили на гидравлическом прессе УММ–50 с использованием автоматического измерителя деформаций АИД–1М.

Для замера продольных и поперечных деформаций опытных образцов на каждой грани призмы в средней части ее высоты наклеивали крестом 50- и 30-миллиметровые тензодатчики, соответственно, в продольном и поперечном направлениях. Механические испытания образцов проводили в соответствии с методическими рекомендациями [4, 5]. На каждом этапе нагружения для замера деформаций осуществляли трехминутную выдержку для замера мгновенно-упругих и мгновенно-пластичных деформаций.

На рис. 1 и 2 представлены графические зависимости продольной ε_1 и поперечной ε_2 относительной полной деформации при кратковременном нагружении цементного камня от интенсивности нагружения η .

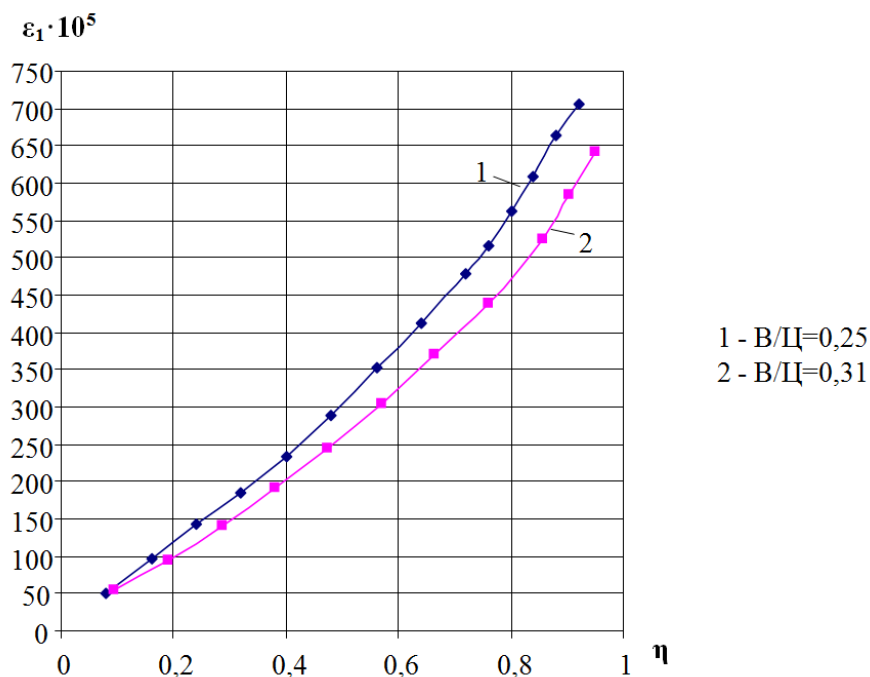


Рисунок 1 – Зависимость продольной относительной полной деформации при кратковременном нагружении (ε_1) цементного камня от интенсивности нагружения (η)

Математическая обработка экспериментальных данных, представленных на рис. 1 и 2, позволила получить математические

моделизависимостей ε_1 и ε_2 и коэффициентов регрессионных уравнений, приведенных в табл. 1 и 2, в зависимости от интенсивности нагружения.

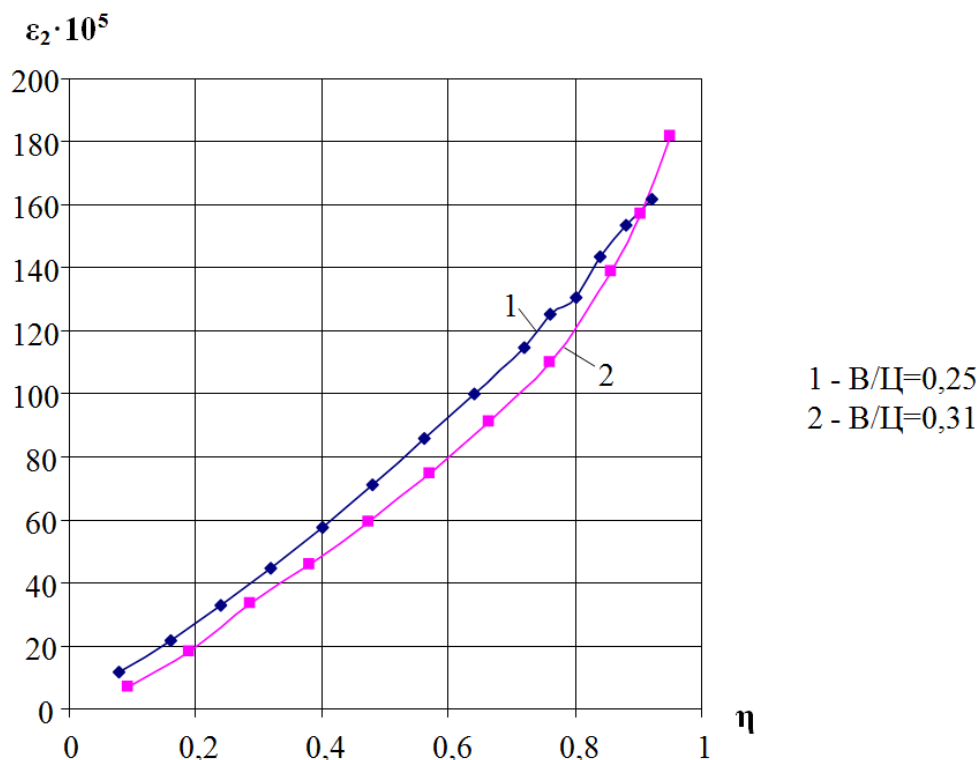


Рисунок 2 – Зависимость поперечной относительной полной деформации при кратковременном нагружении (ε_2) цементного камня при осевом сжатии от интенсивности нагружения (η)

Таблица 1

Коэффициенты корреляции и коэффициенты регрессионного уравнения продольной деформации от интенсивности нагружения

Параметр	Математическая модель	Коэффициенты регрессионного уравнения			Коэффициенты корреляции	
		a	b	c	r	s
В/Ц=0,25	$\varepsilon_1 = a + b\eta + \frac{c}{\eta}$	789,038	18,545	3,688	0,97	0,56
В/Ц=0,31		712,038	13,244	2,399		

Таблица 2

Коэффициенты корреляции и коэффициенты регрессионного уравнения поперечной деформации от интенсивности нагружения

Параметр	Математическая модель	Коэффициенты регрессионного уравнения		Коэффициенты корреляции	
		a	b	r	s
В/Ц=0,25	$\varepsilon_2 = a + b\eta$	113,39	36,58	0,97	0,34
В/Ц=0,31		157,07	12,46		

На рис. 1 приведены экспериментальные кривые продольной деформации цементного камня при осевом сжатии. Средняя призменная

прочность R_{np} цементного камня с В/Ц=0,25 составляла 140,6 МПа, а цементного камня с В/Ц=0,31 – 105 МПа. Превышение призменной прочности сравниваемых образцов составляло 33,9 %. При этом предельная сжимаемость цементного камня с В/Ц=0,25, зафиксированная при уровне напряжения $\eta = 0,95R_{np}$, составляла, соответственно, 7,36 ‰ и 6,42 ‰. Отсюда следует, что превышение продольной предельной деформативности составляло около 14,6 %. Таким образом, уменьшение В/Ц в диапазоне от 0,31 до 0,25 приводило к повышению предельной сжимаемости цементного камня.

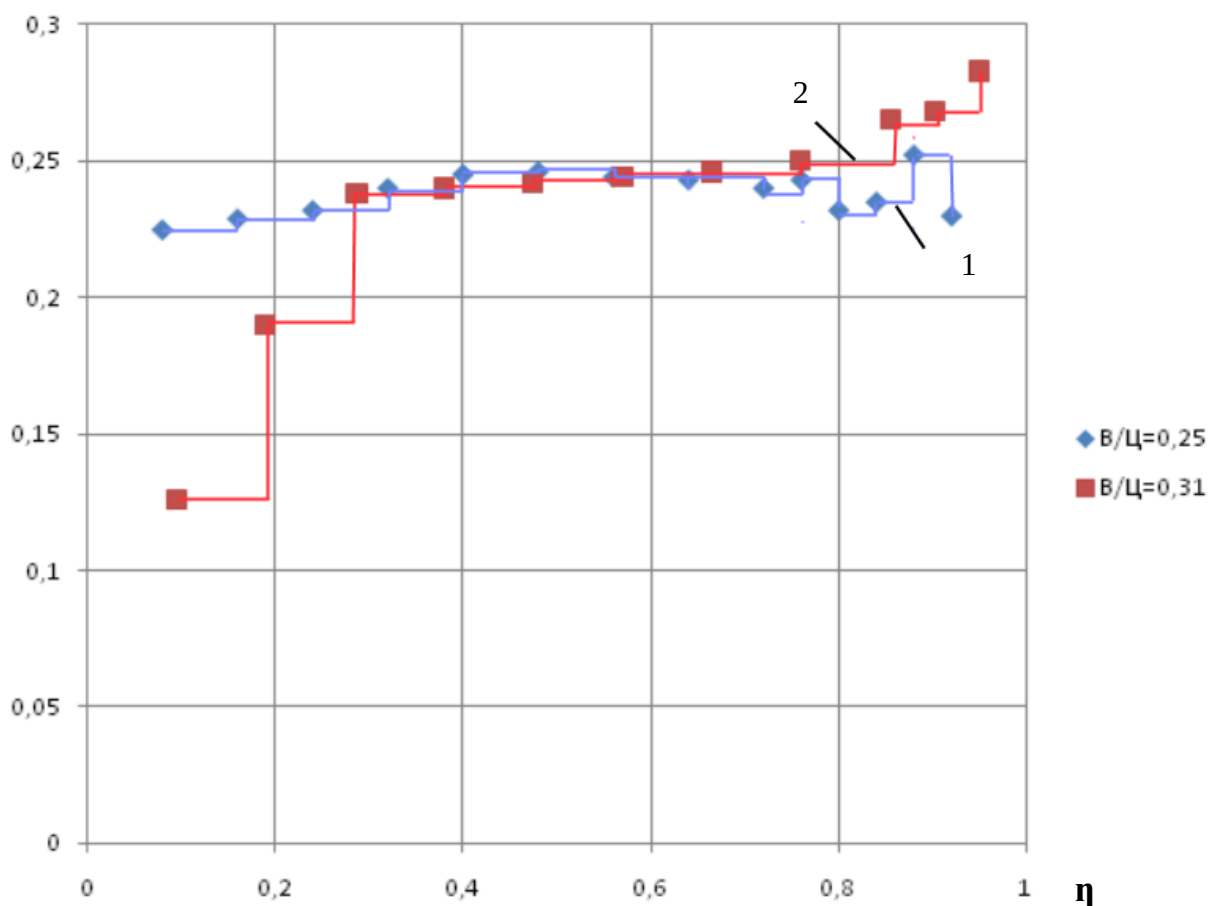


Рисунок 3 – Коэффициент поперечной деформации ($\nu = \varepsilon_2 / \varepsilon_1$) цементного камня при В/Ц=0,25 и В/Ц=0,31 от интенсивности нагружения (η)

На рис. 2 приведены экспериментальные кривые поперечной относительной полной деформации цементного камня при осевом кратковременном сжатии. Анализ данных, приведенных на рис. 2, позволяет отметить, что при тех же уровнях нагружения образцов, то есть $\eta = 0,95R_{np}$, предельная поперечная полная деформация с В/Ц=0,25 составляла 1,60 ‰, а с В/Ц=0,31 – составляла 1,82 ‰. В этом случае с увеличением В/Ц отношения поперечная предельная деформативность цементного камня также возрастала. При этом увеличение составляло примерно 7,7 %.

На рис. 3 приведены экспериментальные данные по изменению коэффициента поперечной деформации $\nu = \varepsilon_2 / \varepsilon_1$ на диаграмме нагружения цементного камня сравниваемых серий. Как следует из данных рис. 3, коэффициент Пуассона цементного камня с В/Ц=0,25 и В/Ц=0,31 при интенсивности напряжения около $0,2R_{np}$, составлял, соответственно, 0,225 и 0,190, а при уровне напряжения $\eta = 0,3R_{np}$ коэффициент Пуассона для этих серий образцов был практически одинаков и составлял 0,240. Однако при $\eta = (0,92 - 0,95)R_{np}$ коэффициент поперечной деформации для образцов цементного камня с В/Ц=0,25 составлял величину, равную 0,23, а для образцов с В/Ц=0,31 составлял 0,283, то есть был больше примерно на 23 %, что, безусловно, предопределено, характером порового пространства цементного камня.

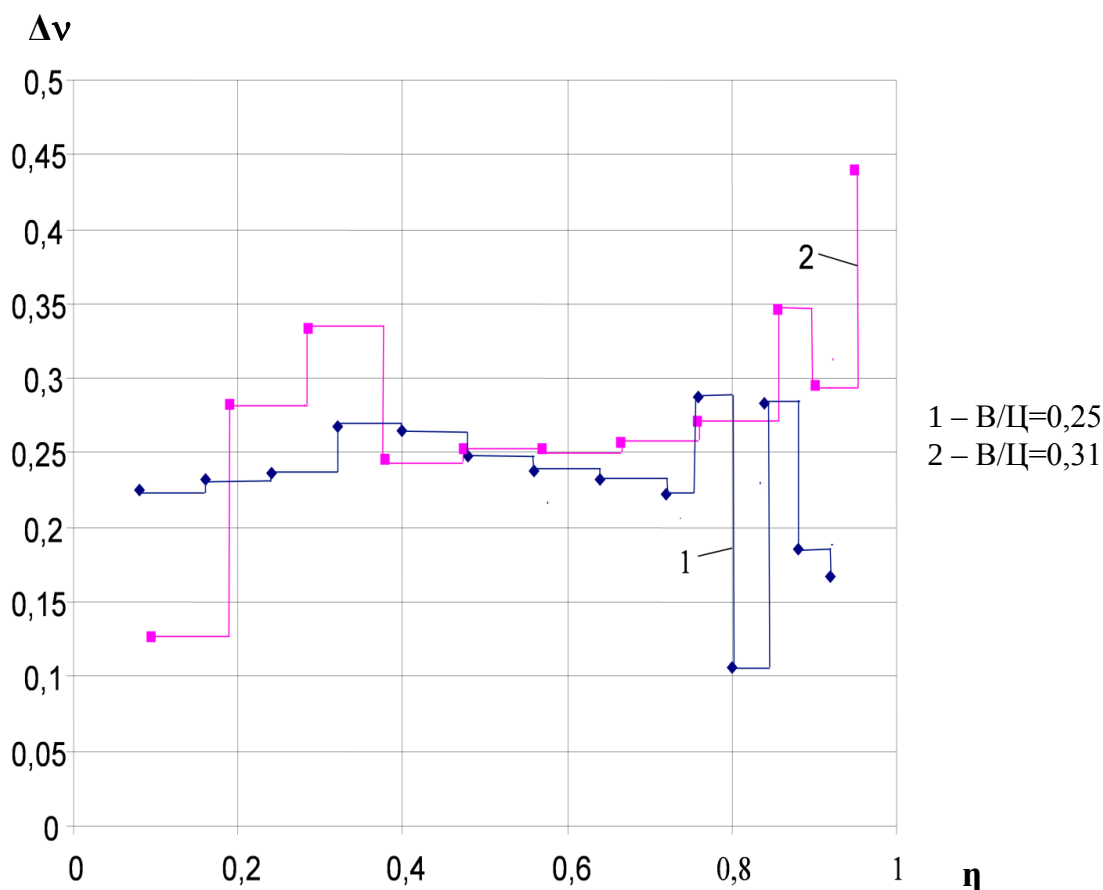


Рисунок 4 – Дифференциальный коэффициент приращения поперечной деформации ($\Delta \nu = \Delta \varepsilon_2 / \Delta \varepsilon_1$) цементного камня при В/Ц=0,25 и В/Ц=0,31 от интенсивности нагружения (η)

Как отмечал профессор Берг О.Я., с величиной коэффициента Пуассона и коэффициента поперечной деформации в бетоне связаны очень важные особенности деформирования, отражающие возникновение и развитие микроразрушений в его структуре на диаграмме нагружения.

На рис. 4 приведены экспериментальные данные по характеру изменения дифференциального коэффициента поперечной деформации, который вычисляется из условия $\Delta \nu = \Delta \varepsilon_2 / \Delta \varepsilon_1$, где $\Delta \varepsilon_1$ – приращение продольной деформации на данной ступени приращения нагрузки $\Delta \sigma$; $\Delta \varepsilon_2$ – то же, поперечной деформации.

Коэффициент $\Delta \nu$ является более чувствительной структурной характеристикой твердого тела и точнее отражает физическую сущность явлений по изменению объема образца на кривой нагружения.

Из сравнения данных рис. 4 с данными рис. 3 можно отметить, что зависимость коэффициента $\Delta \nu$ от интенсивности напряжения η характеризуется более четкой дифференциацией численных значений, отражающих объемные изменения образцов цементного камня при кратковременном нагружении, а по характеру развития коэффициентов ν и $\Delta \nu$ при предельных уровнях нагружения сравниваемых серий образцов следует отметить, что цементный камень при $B/C=0,25$ характеризуется более хрупким характером разрушения.

Список литературы:

1. Ахвердов И.Н. Теоретические основы бетоноведения: учебное пособие / И.Н. Ахвердов. Минск: Высшая школа, 1991. – 188 с.
2. Матченко Н.М. Теория деформирования разнсопротивляющихся материалов. Определяющие соотношения / Н.М. Матченко, А.А. Трещев // Тула: ТулГУ, 2000. – 149 с.
3. Берг О.Я. Высокопрочный бетон / О.Я. Берг, Е.Н. Щербаков, Г.Н. Писанко. Под ред. д-ра техн. наук, проф. О.Я. Берга // Москва: Изд-во литературы по строительству, 1971. – 208 с.
4. Методические рекомендации по определению прочностных и структурных характеристик бетонов при кратковременном и длительном нагружении / М.: НИИЖБ Госстроя СССР, 1976. – 56 с.
5. ГОСТ 24452–80. Бетоны. Методы определения призмной прочности, модуля упругости и коэффициента Пуассона.

СТРУКТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ И ДЕФОРМАТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ РАЗНОЙ СТРУКТУРЫ ПРИ КРАТКОВРЕМЕННОМ НАГРУЖЕНИИ

Макридин Н.И.

Д-р техн. наук, профессор ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», Пенза

Максимова И.Н.

Канд. техн. наук, доцент ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», Пенза

Полубарова Ю.В.

Аспирант ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», Пенза

В работе изложены результаты экспериментальных исследований по определению важнейших прочностных, деформативных и структурных характеристик цементного камня как матричной фазы бетонов, необходимых для разработки и составления правил проектирования состава бетона с определенными свойствами, заранее заданными в некоторых пределах, так как важнейшее свойство бетона – прочность, может быть связано с прочностью его компонентов и их деформативностью разными зависимостями.

Ключевые слова: цементный камень, осевое сжатие, упруго-мгновенная деформация, интенсивность нагружения, модуль упругости

STRUCTURAL CHANGES AND DEFORMATIONAL FEATURES OF THE CEMENT STONE OF A DIFFERENT STRUCTURE AT SHORT-TERM LOADING

Makridin N.I.

Dr. Tech. Sci., Professor of Penza State University of Architecture and Construction, Penza

Maksimova I.N.

Cand. Tech. Sci., Associate Professor of Penza State University of Architecture and Construction, Penza

Polubarova Yu.V.

Postgraduate student of Penza State University of Architecture and Construction, Penza

The paper presents the results of experimental studies to determine the most important strength, deformative and structural characteristics of cement stone as a matrix phase of concretes necessary for the development and drawing up of rules for the design of concrete with certain properties predetermined in certain limits, since the most important property of concrete is strength, can be related to the strength of its components and their deformability by different dependencies.

Keywords: cement stone, axial compression, elastic-instantaneous deformation, loading intensity, modulus of elasticity.

Проведенные исследования имеют цель, прежде всего, способствовать более точному использованию полученных результатов в практике строительного материаловедения при решении оптимизационных задач механического поведения под нагрузкой образцов из цементного камня, песчаных и крупнозернистых бетонов различной прочности и на разных заполнителях.

Как было отмечено в предыдущей статье, механические испытания образцов на осевое сжатие с оценкой призмочной прочности и деформативных критериев проводили в возрасте цементного камня 60-65 суток с помощью прессы УММ-50, а для замера деформаций использовали автоматический измеритель деформаций типа АИД-1М.

На рис. 1 и 2 представлены экспериментальные данные зависимости продольной (ε_{1ym}) и поперечной (ε_{2ym}) относительной упруго-мгновенной деформации цементного камня при осевом кратковременном сжатии от интенсивности нагружения.

Из анализа графических зависимостей рис. 1 и 2 следует отметить, что предельные значения величин ε_{1ym} и ε_{2ym} при одном и том же уровне нагружения η были выше для образцов цементного камня с В/Ц = 0,25, что согласуется с графическими зависимостями ε_1 и ε_2 , представленными в материалах предыдущей статьи данного сборника. В табл. 1 и 2 приведены математические модели и коэффициенты регрессионных уравнений для оценки ε_{1ym} и ε_{2ym} , полученные при обработке экспериментальных данных рис. 1 и 2.

На рис. 3 представлены экспериментальные данные зависимости продольной и поперечной относительной пластично-мгновенной деформации (ε_{1nm}) и (ε_{2nm}) цементного камня при осевом кратковременном сжатии от интенсивности нагружения (η), который также находятся в полном соответствии с графическими зависимостями ε_1 и ε_2 , представленными в нашей предыдущей статье данного сборника. На рис. 4 по нашим экспериментальным данным представлены графические зависимости для модуля упругости ($E_y = \sigma/\varepsilon_{1ym}$) и модуля деформации ($E_y = \sigma/\varepsilon_1$) цементного камня при осевом сжатии от интенсивности нагружения (η).

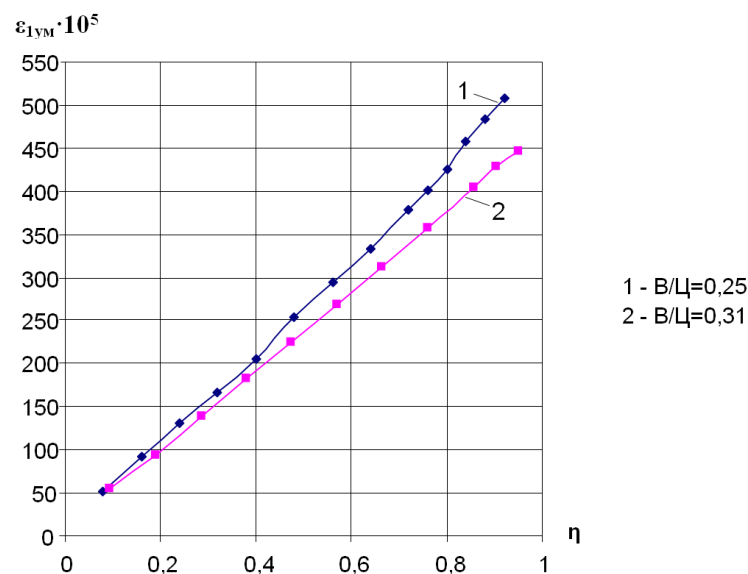


Рисунок 1 – Зависимость продольной относительной упруго-мгновенной деформации (ε_{1ym}) цементного камня при осевом сжатии от интенсивности нагружения (η)

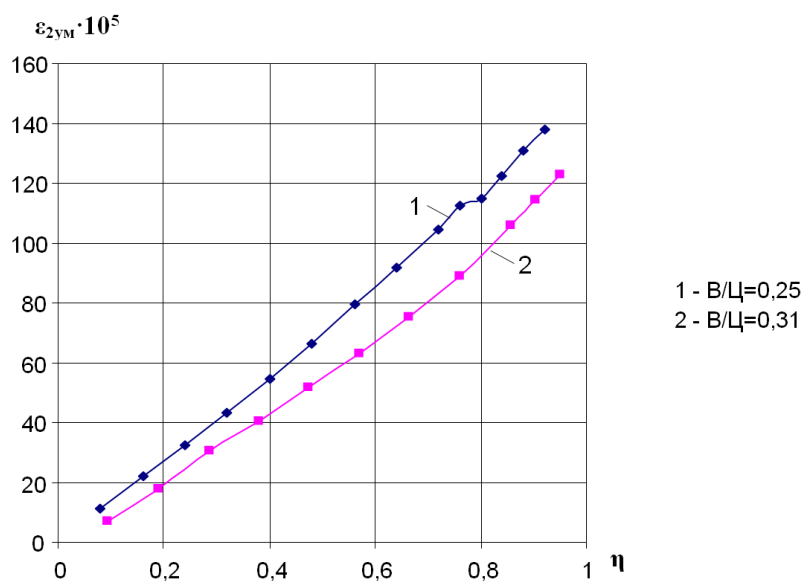


Рисунок 2 – Зависимость поперечной относительной упруго-мгновенной деформации (ε_{2ym}) цементного камня от интенсивности нагружения (η)

Таблица 1
Коэффициенты корреляции и коэффициенты регрессионного уравнения продольной упруго-мгновенной деформации от интенсивности нагружения

Параметр	Математическая модель	Коэффициенты регрессионного уравнения			Коэффициенты корреляции	
		a	b	c	r	s
B/Ц=0,25	$\varepsilon_{1ym} = a \cdot (\eta - b)^c$	495,308	-0,0937	1,2426	0,98	0,31
B/Ц=0,31		453,3448	-0,0407	1,0594		

Таблица 2

Коэффициенты корреляции и коэффициенты регрессионного уравнения поперечной упруго-мгновенной деформации от интенсивности нагружения

Параметр	Математическая модель	Коэффициенты регрессионного уравнения		Коэффициенты корреляции	
		a	b	r	s
B/Ц=0,25	$\varepsilon_{2ym} = a + b\eta$	158,38	16,58	0,89	0,24
B/Ц=0,31		177,08	12,256		

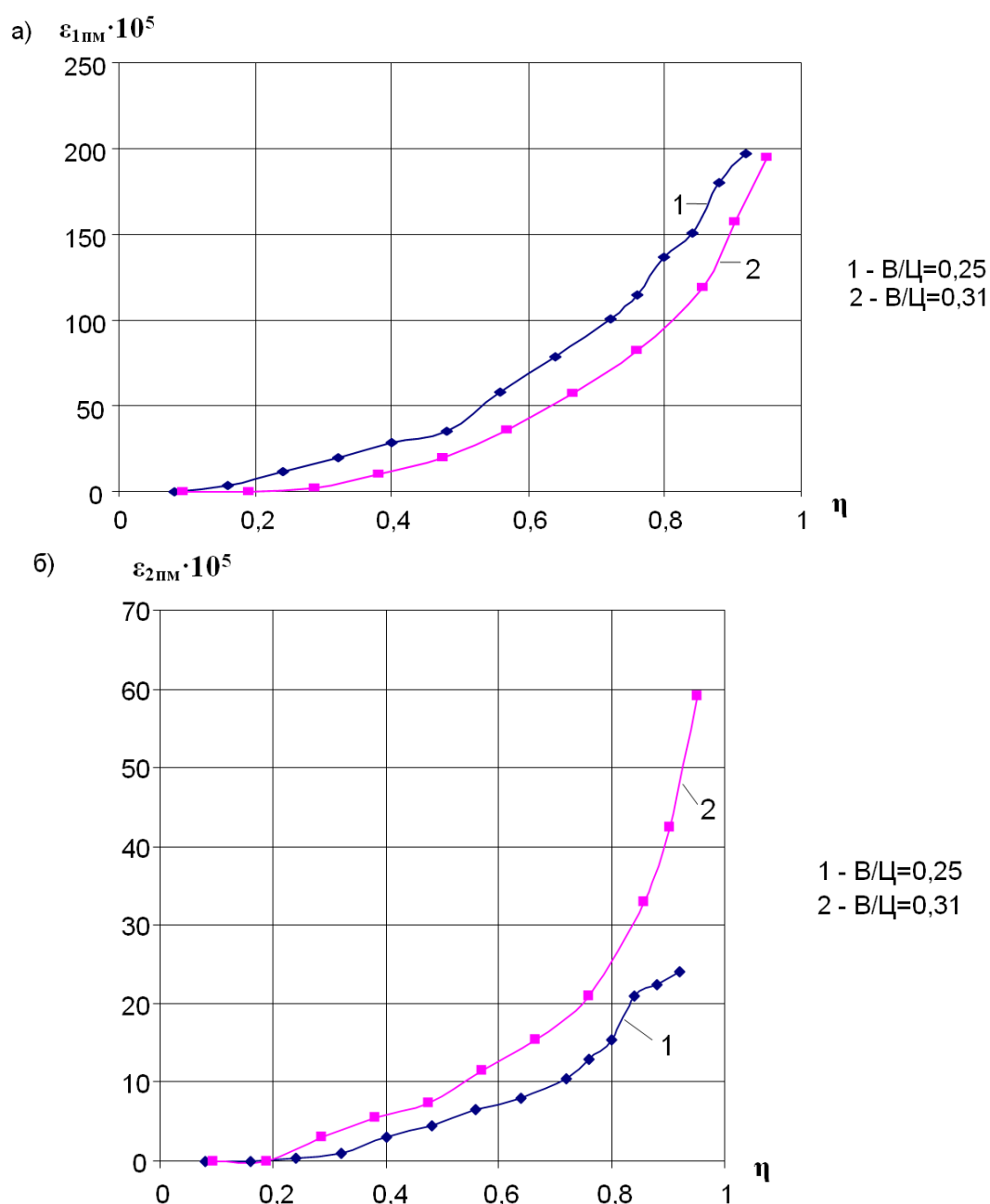


Рисунок 3 – Зависимости: а) продольной относительной пластично-мгновенной деформации (ε_{1nm}), б) поперечной относительной пластично-мгновенной деформации (ε_{2nm}) цементного камня при осевом сжатии от интенсивности нагружения (η)

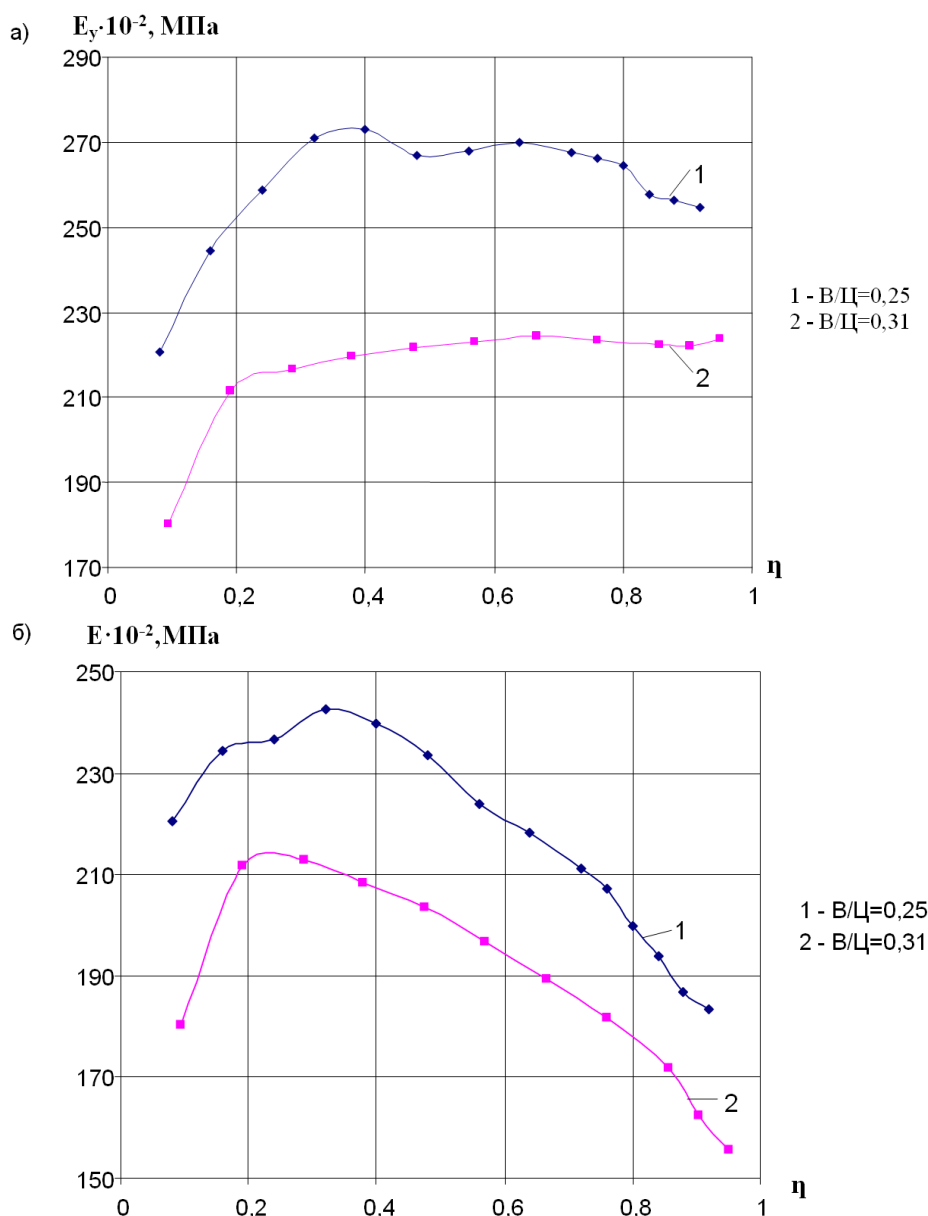


Рисунок 4 – Зависимости: а) модуля упругости ($E_y = \sigma/\varepsilon_{1ym}$) и б) модуля деформации ($E = \sigma/\varepsilon_1$) цементного камня при осевом сжатии от интенсивности нагружения (η)

Как известно, модуль упругости является одним из основных механических параметров материала, который рассматривается как константа в механике сплошных сред. Модуль упругости характеризует связь между напряжениями и деформациями тела. Особенность всех кривых $\sigma_1 = f(\varepsilon_1)$ для цементных дисперсных систем (композитов) состоит в том, что эти кривые характеризуются падением величины модуля упругости с ростом напряжения. Таким образом, одна из констант механики сплошной среды не является строго константой материала. Это привело к введению понятия модуля деформации путем замены криволинейной диаграммы деформирования ломаной линией с участками, имеющими разные углы

наклона, и к учету упругих и неупругих деформаций структуры материала при анализе закономерностей изменения формы кривых $\sigma_1 = f(\varepsilon_1)$ и величин модуля упругости.

Анализ графических зависимостей изменения модуля упругости и деформации цементного камня при $В/Ц=0,25$ и $В/Ц=0,31$ позволяет констатировать, что как абсолютные значения названных модулей, так и характер их изменения на кривой нагружения при прочих равных условиях обусловлены структурными характеристиками цементного камня, зависящими, в свою очередь, от $В/Ц$ отношения.

ТРЕБОВАНИЯ К БЕТОННОЙ СМЕСИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТРЕХМЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ СТРОИТЕЛЬСТВА

Москвин Р.Н.

Канд. техн. наук, доцент ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», Пенза

Белякова Е.А.

Канд. техн. наук, доцент ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», Пенза

Юрова В.С.

Аспирант ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», Пенза

Трехмерные технологии дают практически безграничные возможности проектирования и строительства современных зданий и сооружений, и позволяют раскрыть творческий потенциал архитекторов и проектировщиков, и реализовать самые неординарные идеи в строительстве. Это стало возможным благодаря применению специальных бетонов. Такие бетонные смеси должны отличаться высокой пластичностью и вязкостью, а затвердевший бетон высокой скорости набора прочности. Такие бетоны получаются подбором оптимальной гранулометрии, минеральных ускорителей твердения и эффективных химических добавок.

Ключевые слова: трехмерная технология, современный бетон, безопалубочная технология, гранулометрия, ускоренное структурообразование, гиперпластификатор, зола-унос.

REQUIREMENTS TO CONCRETE MIXTURE WHEN USING THREE-DIMENSIONAL TECHNOLOGIES OF CONSTRUCTION

Moskvin R.N.

Cand. Tech. Sci., Associate professor of Penza State University of Architecture and Construction, Penza

Belyakova E.A.

Cand. Tech. Sci., Associate professor of Penza State University of Architecture and Construction, Penza

Yurova V.S.

Post-graduate student of Penza State University of Architecture and Construction, Penza

Three-dimensional technologies give practically limitless possibilities of designing and building modern buildings and structures, and allow to reveal the creative potential of architects and designers, and realize the most extraordinary ideas in construction. This was made possible by the use of special concretes. Such concrete mixtures should be distinguished by high plasticity and toughness, and hardened concrete of high speed of durability. Such concretes are obtained by selecting the optimal granulometry, mineral hardening accelerators and effective chemical additives.

Keywords: three-dimensional technology, modern concrete, safety technology, granulometry, accelerated structure formation, hyperplasticizer, fly ash.

3D-технология проектирования и строительства современных зданий и сооружений – быстро развивающаяся и весьма интересная отрасль. Преимуществами 3D-строительства являются экологичность, безопасность, высокая скорость возведения, снижение расходов, минимум строительного мусора, применение побочных продуктов производства в качестве строительного материала (например, зол-уноса или геополимеров). Считается, что применение этой современной технологии возведения позволит снизить стоимость объектов на 20-25%, использование материалов – на 25-30%, а рабочую силу – на 45-55%.

Так как новая технология в отличие от всех существующих является безопалубочной, то эффективность ее применения будет, прежде всего, предопределяться свойствами используемой бетонной смеси. А ее характеристики должны существенно отличаться от свойств традиционных смесей, изделия из которой формируются в жесткой опалубке. При этом многие характеристики бетонных смесей для строительных 3-D принтеров являются противоречивыми. Так бетонная смесь должна обладать как высокой пластической прочностью, т.е. держать форму после экструзии, так и высокими пластичностью для снижения энергетических затрат на перемешивание и подачи приготовленной бетонной смеси в экструдер, а также должна обладать высокой адгезией для соединения отдельных слоев.

Это может быть достигнуто, если структура бетонной смеси будет высокопластичной, с тонкой гранулометрической структурой за счет большого содержания высокодисперсных минеральных порошков. Поэтому нами видится, что бетонные смеси и бетоны для строительных 3D-принтеров необходимо разрабатывать на основе порошковых и порошково-активированных песчаных бетонов нового поколения путем их модификации с целью получения требуемых качеств бетонной смеси.

Также бетонная смесь должна обладать ускоренным структурообразованием, т.е. быстрым переходом из пластичного состояния

в затвердевшее с достижением необходимой прочности способной выдержать вес верхних слоев в процессе 3D-формования.

Отличительной особенностью бетонов нового поколения является значительное содержание порошкообразных материалов из плотных горных пород и тонкозернистых природных или дробленых песков фракцией 0-0,5 мм (0,16-0,63 мм). Дисперсные порошки микрометрического размерного уровня с удельной поверхностью $S_{уд}=3000-4000 \text{ см}^2/\text{г}$, содержание в бетонах которых достигает 40-120% от массы цемента, способствуют образованию в бетонной смеси значительного объема агрегативно-устойчивой, высококонцентрированной суспензии (30-40% от объема бетонной смеси) и обеспечивают однородную структуру, саморастекание и самоуплотнение смесей под действием современных гиперпластификаторов.

Таким образом, на основе порошковых и тонкозернистых бетонов нового поколения возможно создание бетонов для строительных 3-D принтеров, как максимально удовлетворяющим по гранулометрическому составу. Однако, из-за особенностей новой технологии данные бетоны должны быть подвергнуты модификации состава с целью повышения пластической прочности, адгезии и ускорения раннего структурообразования. Это можно обеспечить использованием специальных цементов.

Однако, нами видится, что экономически целесообразно вяжущее для новой технологии создавать, взяв за основу бездобавочные портландцементы соответствующие типу ЦЕМ I и классу по прочности не менее 42,5 по ГОСТ 31108-2003 «Цементы общестроительные. Технические условия» с введением минеральных добавок в сочетании с химическими.

Современная индустрия строительных материалов в своем производстве использует большое разнообразие химических добавок. Это пластификаторы, стабилизаторы структуры, ускорители и замедлители твердения.

Минеральные тонкодисперсные компоненты, получаемые помолом горных пород (гранит, базальт, кварц и др.) и техногенных отходов (шлаки, золы и др.), а также специально производимые (микрокремнезем, белая сажа и др.) выполняют различные функции, являясь реологически- или реакционно-активными микродисперсными добавками.

С целью снижения себестоимости целесообразнее использовать высокодисперсные минеральные компоненты, обеспечивающие как формирование пластичной массы, так и ускоряющие структурообразование, в том числе получаемые из отходов других производств.

Проведенные предварительные исследования показали, что наиболее подходящим минеральным компонентом является тонкодисперсная основная зола-унос образующаяся при сжигании бурых углей.

Экономическая эффективность от использования зол-унос

обусловлена несколькими факторами. Схожестью своего химического и минерального состава с составом цементного клинкера. Она также обладает высокими реологическими свойствами под действием супер- и гиперпластификаторов и гидравлической активностью с образованием прочного затвердевшего камня, а наличие большого количества свободной извести способствует быстрому загустеванию теста и набору ранней прочности. Низкая стоимость, т.к. для предприятий энергетики она является отходом.

Таким образом, использование золы-уноса позволит сократить количество используемых компонентов в составе бетонной смеси для строительных 3-D принтеров, т.к. она будет одновременно являться реологическим, стабилизирующим и ускоряющим сроки структурообразования, а также позволяющим значительно сократить количество цемента.

Эволюция использования золы-уноса ТЭЦ при производстве классического бетона свидетельствует о возможности замены ею 20-30% цемента без потери прочности. В таких бетонах золы-уноса в основном использовались и используются с естественной дисперсностью, предопределяемой системой улавливания, т.е. циклонами и электрофильтрами. При этом в бетонах переходного поколения с суперпластификаторами, когда доля дисперсного компонента близка или равна доле цемента, не реализуется основное требование – повышение реологической активности дисперсного компонента, заменяющего цемент. В первом варианте суммарный объем дисперсной фазы практически не меняется, во втором – возрастает пропорционально количеству добавляемой золы к цементу. В непластифицированных бетонах старого поколения при этом содержание высококонцентрированной водно-цементно-минеральной дисперсии не увеличивается из-за высокой водопотребности золы. Поэтому даже самые эффективные суперпластификаторы (СП) и гиперпластификаторы (ГП) не в состоянии превратить бетоны с использованием малых количеств зол с дисперсностью до 2000-3000 см²/г в высокопрочные и сверхвысокопрочные бетоны нового поколения. Также невозможно получить малоцементные бетоны нового поколения, в том числе из самоуплотняющихся смесей, на цементно-зольных вяжущих с расходом цемента 120-250 кг/м³ с прочностью 30-80 МПа.

Основной технологией получения дисперсных компонентов является механо-химическая активация. С развитием техники измельчения обязательным процессом на заводах ЖБИ, ДСК и карьерах должен быть помол сырьевых компонентов до удельной поверхности, сопоставимой или несколько превышающей дисперсность цемента. Это относится не только к отсевам камнедробления горных пород, но и к наиболее ценному отходу – золе-уноса ТЭЦ, хотя она по физическому состоянию является порошкообразной. Однако, удельная поверхность золы является

недостаточной ($S_{уд}=1500-2000 \text{ см}^2/\text{г}$) для использования совокупности всех позитивных ее свойств для существенного снижения расхода цемента в бетонах и ускорения темпов его твердения.

В настоящее время разработаны композиционные бетонные смеси, основой которых является композиционный цемент, получаемый путем совместного помола портландцемента с золой-унос и регуляторами твердения. Применение механо-активированной золы-унос позволило в значительной степени отказаться от использования в составе бетонной смеси дорогого пылевидного кварца и сократить долю цемента до 20-40% от массы всего вяжущего, т.к. она сама обладает гидравлической активностью и формированием в процессе гидратации прочного камня.

Такое высокое содержание золы стало возможным благодаря «пробуждению» вяжущих свойств золы путем механохимической активации цементно-золяного композитного вяжущего совместным домолом портландцемента, золы и гипсового камня. Благодаря чему реализуется, ее интенсивное твердение совместно с твердением портландцемента. Такой композиционный цемент отличается высокой реологической активностью под действием гиперпластификаторов, благодаря чему приготавливается пластичная бетонная смесь. А введение различного количества гипсового камня позволяет регулировать сроки схватывания и твердения вяжущего (начало твердения от 5 до 40 мин) и как следствие бетонной смеси, что позволяет готовить достаточно пластичную бетонную смесь которая после экструзии быстро твердеет. Получаемый таким образом бетон получается мелкозернистым с минимальной пористостью (2-4%), что обеспечивает его высокую морозостойкость, а его прочность может достигать до 100-120 МПа. В случае использования фибры прочность может достигнуть 150-200 МПа.

Внедрение новой технологии в современное строительное дело с применением инновационного вяжущего позволит не только значительно сократить время возведения зданий и сооружений, но и значительно снизить себестоимость сырьевых материалов за счет использования такого отхода теплоэнергетики как зола-унос.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ИТ ИНФРАСТРУКТУРОЙ ПРЕДПРИЯТИЯ КАК ИСТОЧНИК ФОРМИРОВАНИЯ ЕГО АРХИТЕКТУРНОЙ МОДЕЛИ

Полянский А.М.

Канд. техн. наук, доцент ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет», Вологда

Смирнова Е.А.

*Аспирант ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет»,
Вологда*

Статья посвящена выбору и анализу источников и процедур актуализации информации для архитектурной модели предприятия. Обсуждается организация модельных представлений, возможность и варианты использования базы данных конфигурационных единиц и каталога услуг информационной системы предприятия на примере «1С: Предприятие 8. ITIL Управление информационными технологиями предприятия ПРОФ». Отмечена актуальность синхронизации данных архитектурной модели предприятия и системы управления его ИТ инфраструктурой.

Ключевые слова: архитектурная модель, база данных конфигурационных единиц, ИТ инфраструктура, каталог ИТ сервисов, соглашение об уровне сервиса.

THE IT INFRASTRUCTURE MANAGEMENT SYSTEM OF THE ENTERPRISE AS A SOURCE OF FORMATION OF ITS ARCHITECTURAL MODEL

Polianskii A.M.

Cand. Tech. Sci., Associate Professor of Vologda State University, Vologda

Smirnova E.A.

Postgraduate student of Vologda State University, Vologda

The article is devoted to the selection and analysis of sources and procedures for updating information for the architectural model of the enterprise. The organization of model representations, the possibility and variants of using the database of configuration units and the catalog of services for the enterprise information system are discussed, for example "1C: Enterprise 8. ITIL Enterprise Information Technology Management prof.". The relevance of data synchronization of the architectural model of the enterprise and the management system of its IT infrastructure is noted.

Keywords: architectural model, database of configuration units, IT infrastructure, IT services catalog, service level agreement.

В современной экономике всё большее количество предприятий различных отраслей строят свои системы управления развитием и текущей деятельностью на основе архитектурных моделей предприятия, позволяющих представить сущность предприятия через систему взглядов, присущих разным категориям заинтересованных в отношениях с предприятием лиц: владельцев, инвесторов, управленцев, членов коллектива, поставщиков, потребителей, государственных органов и проч.

Целью настоящего исследования является выбор и анализ источников и процедур актуализации информации для архитектурной модели предприятия.

Стандарты ГОСТ Р ИСО 15704-2008 [1] и ГОСТ Р 57100-2016 [2] содержат основные методические рекомендации по созданию архитектурной модели предприятия, предусматривающие следующие виды модельных представлений: функциональное, информационное, ресурсное и организационное, а также представление целей, характерных для текущего этапа жизненного цикла предприятия. В этих представлениях присутствуют основные группы элементов онтологии предприятия: актив-ности и процессы, организация, ресурсы, продукты, стратегии, время. В начале 2018 г. вступил в силу ГОСТ Р ИСО/МЭК 15414-2017 «Информационные технологии. Открытая распределенная обработка. Эталонная модель. Язык описания предприятия». Стандарт содержит основные элементы словаря онтологии предприятия верхнего уровня и примеры их применения, создающие основу для построения рабочих онтологий.

Организация информации внутри модельных представлений может быть выполнена на основе рекомендаций стандартов, описывающих процессы жизненного цикла организационных систем (ГОСТ Р ИСО/МЭК 15288-2005 «Информационная технология. Системная инженерия. Процессы жизненного цикла систем», ГОСТ Р 57101–2016 /ISO/IEC/IEEE 16326:2009 «Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла. Управление проектом» и проч.) или их продукции (например, ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-2010 «Информационная технология. Процессы жизненного цикла программных средств»). Вместе с тем, стандарты оставляют значительную свободу в выборе видов и правил построения моделей, которые в большей степени подходят конкретной отрасли, видам деятельности, уровню подготовки, традициям и привычкам разработчиков и заинтересованных лиц. Наибольшую популярность имеют средства моделирования, использующие методики IDEF, ARIS, язык UML.

После выбора конкретных нотаций, форм и инструментальных средств построения архитектурных моделей должна быть решена задача наполнения моделей информацией об исследуемом предприятии и своевременной её актуализации. Традиционные способы сбора этой

информации через изучение документационного обеспечения, анкеты и интервью весьма трудоёмки, требуют, как правило, выполнения нескольких итераций, уточнений и корректировок, выполняемых обычно вручную. Актуализация информации также происходит часто с большим запаздыванием и пробелами. Авторы предложили и опробовали вариант извлечения данных для архитектурной модели предприятия из ресурсов его информационной системы (далее – ИС) [3].

Среди наиболее полных, структурированных и актуальных источников информации о сущности предприятия следует выделить информационные ресурсы системы управления его информационно-технологической (далее – ИТ) инфраструктурой, в первую очередь базу данных конфигурационных единиц и каталог услуг ИС предприятия, ведущиеся, например, средствами приложения «1С: Предприятие 8. ИТIL Управление информационными технологиями предприятия ПРОФ» [4]. Приложение позволяет автоматизировать основные ИТ процессы, среди которых управление каталогом и уровнем услуг, а также управление конфигурациями и активами ИС.

Запись в каталоге ИТ сервисов [5] содержит, как правило, название и назначение сервиса, реквизиты сторон, названия деловых процессов, использующих сервис, характеристики и виды обработки информации, элементы сервиса, метрики его качества и результативности, требования к ресурсному обеспечению, возможные варианты предоставления, сроки, режимы и график его предоставления, требования к квалификации сторон (пользователи и сервисные специалисты), ссылку на типовое соглашение об уровне сервисов - SLA (Service Level Agreement) и многое другое.

Подсистема управления каталогом ИТ сервисов [4] предоставляет среди прочих такие возможности:

- 1) учет временных и ресурсных затрат на предоставление услуг, оценка их стоимости;
- 2) контроль зависимости между сервисами и потребляемыми ими ресурсами;
- 3) представление структуры услуги (модель) в графическом виде;
- 4) учет услуг по каждому клиенту или получателю;
- 5) различные виды аналитики (по территории предоставления, подразделениям-пользователям, группам оборудования или другим элементам инфраструктуры и проч.).

Фрагмент матрицы заимствования информации из подсистемы управления каталогом ИТ сервисов в архитектурную модель предприятия приведён в табл.1. Плюсами в таблице обозначено наличие полного или частичного заимствования.

Рассмотрим, например, атрибут из первой строки приведённого выше фрагмента. Название и назначение ИТ сервиса отобразится в функциональном представлении архитектурной модели как

обеспечивающая функция для основной и управленческой деятельности. В информационном представлении это название может определять, например вид обработки информационных объектов, в ресурсном – центр затрат, в организационном – характеристику связи между поставщиком и потребителем сервиса. В представлении целей подразделений ИТ сервис может рассматриваться как средство достижения целей подразделением-потребителем или как локальная цель для ИТ службы (с характеристиками мощности и качества на определённую дату в будущем). Атрибут «метрики качества» из описания ИТ сервиса может быть полезен для функционального представления, в котором отражаются процедуры получения метрик и оценки ими успешности деловых процессов, и для представления целей как локальные цели уровня качества ИТ сервиса.

Таблица 1

Фрагмент матрицы заимствования информации из подсистемы управления каталогом ИТ сервисов в архитектурную модель предприятия

Атрибуты сервиса	Функциональное представление	Информационное представление	Ресурсное представление	Организационное представление	Представление целей
Название и назначение	+	+	+	+	+
Реквизиты сторон				+	
Деловые процессы	+				+
Виды обработки информации	+	+			
Метрики качества	+				+
Ресурсное обеспечение			+		
Квалификации сторон				+	
Модель сервиса	+	+	+	+	+

База данных конфигурационных единиц ИС – CMDB (Configuration Management Database) содержит записи о конфигурациях ИС в течение всего её жизненного цикла или, по крайней мере, за период пребывания в системе каждого элемента конфигурации. Основными классами элементов конфигурации ИС являются оборудование, программные продукты, информационные ресурсы, документация на систему и её элементы, персонал. Структуры записей по каждому классу объектов, как правило, различны, вместе с тем у всех классов будут такие общие атрибуты, как наименование, метки времени появления/выбытия объекта и изменений его

статуса, локация в пространстве, стоимость владения и проч. Например, сетевой принтер, обеспечивающий работу отдела кадров, как единица конфигурации описывается следующим набором атрибутов: наименование, модель, инвентарный номер, дата выпуска, дата регистрации в ИС, дата завершения гарантийного срока, поставщик, договор поставки, сервисная организация, SLA, дата завершения SLA, даты сервисных процедур, текущий статус (работоспособен, в ремонте и т.п.), даты ремонтов и коды неисправностей, подразделение-владелец, ответственный сотрудник, характеристики производительности, выработанный ресурс, остаточный ресурс расходных материалов, энергопотребление, адрес в локальной сети, место расположения на плане здания и проч.

Подсистема управления конфигурациями и активами (SACM – Service Asset and Configuration Management) [4] используется для ведения CMDB и выполнения операций учета материальных и нематериальных ИТ активов предприятия, выполнения ряда аналитических функций. Приложение позволяет средствами конфигуратора модифицировать и вводить дополнительные атрибуты в описания сервисов и конфигурационных единиц ИС.

Фрагмент матрицы заимствования информации из подсистемы управления конфигурациями и активами SACM в архитектурную модель предприятия приведён в табл.2. Плюсами в таблице обозначено наличие полного или частичного заимствования.

Таблица 2

Фрагмент матрицы заимствования информации из SACM в архитектурную модель предприятия

Атрибуты конфигур. единицы	Функцио- нальное представле- ние	Информаци- онное представле- ние	Ресурсное представле- ние	Организа- ционное представле- ние	Представле- ние целей
Наименование и назначение	+		+	+	
Реквизиты поставщика		+	+	+	
Сервисная организация		+	+	+	
Подразделе- ние-владелец			+	+	
Метрики производит.	+		+		+
Ответств. сотрудник				+	
Выработанный ресурс			+		
Энерго- потребление			+		

Рассмотрим, например, атрибут из второй строки табл. 2. Реквизиты поставщика оборудования в информационном представлении модели отображаются в виде соответствующей структуры данных, в ресурсном представлении – как описание источника ресурсов, в организационном – как партнёра по бизнесу. Атрибут «Метрики производительности» из описания конфигурационного элемента в функциональном представлении модели полезен для оценки объёма выполнения функции, в ресурсном представлении определяет производительность ИТ сервиса, в представлении целей может использоваться для оценки достижения локальной цели – уровня производительности ИТ сервиса.

Помимо возможности ввода информации, корректной на определённую дату построения модели, использование для наполнения архитектурных представлений информации из системы управления ИТ инфраструктурой даёт возможность своевременной актуализации моделей, поскольку информация в CMDB обновляется, как правило, в реальном масштабе времени. Каталог ИТ сервисов также обычно поддерживается в актуальном рабочем состоянии, поскольку на нем базируется работа службы оперативной поддержки пользователей ServiceDesk.

Актуализация информации в представлениях архитектурной модели предприятия может вестись разными способами в зависимости от принятого на предприятии регламента ИТ процедур и используемой для ведения каталога ИТ сервисов и CMDB СУБД. При отсутствии сетевого взаимодействия между приложениями может использоваться выгрузка данных из каталога сервисов и CMDB в файлы .xls, .ods, .xml или другие регулярные структуры с последующей загрузкой их в среду ведения архитектурной модели и выборкой из них необходимых атрибутов. Более приемлемым видится сетевое взаимодействие между приложениями на уровне SQL-запросов, web-сервисов или использования технологий активных информационных агентов, выполняющих мониторинг изменений в CMDB и каталоге ИТ сервисов в интересах архитектурной модели предприятия. В итоге создаётся динамическая архитектурная модель с гарантией актуализации данных на момент её использования.

В результате исследования выявлены структуры источников данных для архитектурной модели предприятия, процедуры импорта и актуализации информации модели из ресурсов системы управления ИТ инфраструктурой предприятия. Ведутся работы по созданию программного инструментария синхронизации данных архитектурной модели предприятия с данными системы управления его ИТ инфраструктурой.

Список литературы:

1. *ГОСТ Р 15704-2008. Промышленные автоматизированные системы. Требования к стандартным архитектурам и методологиям предприятия. – Введ. 18.12.2008. – М.: Стандартинформ, 2010. – 50 с.*

2. ГОСТ Р 57100-2016. Системная и программная инженерия. Описание архитектуры. - Введ. 01.09.2017. - Москва: Стандартинформ, 2016. – 36 с.
3. 3. Реконструкция архитектурной модели предприятия на основе ресурсов его информационной системы / А.М. Полянский, Е.А. Смирнова // Неделя науки СПбПУ: материалы научной конференции с международным участием. Институт промышленного менеджмента, экономики и торговли. Ч.2. – Санкт-Петербург: Изд-во Политехн. ун-та, 2017. – С. 83-86.
4. 1С: Предприятие 8. ИТIL Управление информационными технологиями предприятия ПРОФ. Описание продукта. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://solutions.1c.ru/catalog/itil>
5. Формирование каталога ИТ сервисов на основе архитектурной модели предприятия / А.М. Полянский, Е.А. Полянская // Управление и экономика в условиях модернизации: опыт и перспективы: Матер. междисциплинарной научно-практической конференции (г. Вологда, 6 апреля 2012г.). - Вологда: ВФ РАНХиГС, 2012, с.113-119.

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЬЕЗОКЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДАТЧИКОВ

Родионов Ю.В.

Д-р техн. наук, профессор ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», Пенза

Логинов О.Н.

Студент ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», Пенза

Карпухин С.В.

Студент ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», Пенза

Рассмотрены перспективные сегнетокерамические материалы составов цирконата-титаната свинца, охватывающие по своему практическому назначению все функциональные группы. Обоснован выбор материала ЦТС-19, относящегося к первой функциональной группе и отличающийся высокими электрофизическими показателями в рамках своей функциональной группы и являющийся наиболее технологичным в условиях серийного производства. Широкое применение композиционных полимерных пьезоэлектриков является одним из направлений, обеспечивающих техническое переоснащение многих отраслей промышленности при одновременной миниатюризации элементной базы, в том числе и при производстве автомобильных датчиков.

Ключевые слова: структура, характеристики, пьезокерамика, датчик, температура, решетка, фазовая диаграмма.

THE MAIN CHARACTERISTICS OF PIEZOELECTRIC MATERIALS FOR AUTOMOTIVE SENSORS

Rodionov Yu.

Dr. Tech. Sci., Professor of Penza State University of Architecture and Construction, Penza

Loginov O.N.

Student of Penza State University of Architecture and Construction, Penza

Karpukhin S.V.

Student of Penza State University of Architecture and Construction, Penza

The perspective ferroelectric ceramic materials of compositions of zirconate-titanate of lead covering all functional groups on the practical purpose are considered. The choice of the material CTS-19 relating to the first functional group and differing in high electrophysical indicators within the functional group and being the most technological in the conditions of mass production is proved. Broad use of composite polymeric piezoelectric materials is one of the areas, providing technical re-equipment of many industries with simultaneous miniaturization of the element base, including in the production of automotive sensors.

Keywords: structure, characteristics, piezoceramics, sensor, temperature, lattice, phase diagram.

Пьезокерамические материалы относятся к группе сегнетоэлектриков (СКМ) и обладают при определенных условиях спонтанной поляризацией за счет самопроизвольного смещения ионов в атомнокристаллической решетке и образования в этой связи некомпенсированного заряда на уровне элементарной ячейки. Особенностью данных материалов является способность поляризоваться, т.е. создавать электрический заряд на противоположных поверхностях диэлектрика и электрической поляризации внутри него под влиянием механических напряжений или деформаций (прямой пьезоэффект), и упруго деформироваться под воздействием наружного электрического поля (обратный пьезоэффект). Под влиянием внешних воздействий полидоменный некомпенсированный заряд, подчиняясь определенным структурно-морфологическим закономерностям, может переходить в монодоменное состояние. Выделяют следующие закономерности данного процесса:

- существует определенное кристаллографическое соответствие между решетками исходной и конечной фаз, так как последняя получена из исходной в результате смещения ее узлов;
- перестройка кристаллической структуры сводится к упругой деформации решетки, проявляющейся в изменении формы макроскопических областей кристаллитов;
- продуктами превращений, как правило, являются фазы, состоящие из плоскопараллельных слоев.

В настоящее время благодаря весомым достижениям в области синтеза новых материалов, а также прогрессу в технологии керамического производства, пьезоэлектрический эффект широко применяется во многих отраслях техники, в том числе автомобилестроении. Среди обширной номенклатуры изделий на основе пьезокерамических материалов можно выделить группу таких, которые успешно применяются в разнообразной датчиковой аппаратуре. Традиционными областями применения пьезоэлектрических датчиков являются измерения акустических и быстропеременных давлений от 1 Па до 1 ГПа, сил от 0,01 Н до 10 МН, вибраций в диапазоне частот от единиц герц до нескольких десятков

килогерц. Преимуществами пьезоэлектрических датчиков являются высокая линейность, широкие динамические, частотные и температурные диапазоны, прочность, конструктивная простота решений, малый вес и габаритные размеры [1].

Рабочий диапазон пьезокерамики, в первую очередь, определяется температурой фазового перехода данного материала из сегнетоэлектрической области в несегнетоэлектрическую модификацию, а также размытостью фазового перехода. Низкая температура фазового перехода и высокая электропроводность существующих пьезокерамических материалов в области повышенных температур, приводящая в конечном итоге к потере пьезочувствительности, налагают существенные ограничения на область применения пьезоэлектрических элементов. Способность проявлять свою пьезоэлектрическую активность только в определенном диапазоне температур, ограниченном точками Кюри, привела к подразделению пьезокерамических материалов на низко- и высокотемпературные. К числу первых относятся составы, устойчиво работающие до 250°C, ко вторым – свыше 250°C.

По своему назначению низкотемпературные пьезокерамические материалы подразделяются на несколько функциональных групп, основу которых составляют материалы с перовскитной или перовскитоподобной структурами семейства цирконата-титаната свинца PbZrO_3 - PbTiO_3 (ЦТС), что объясняется их высокими пьезоэлектрическими параметрами, широким изоморфизмом, наличием в этой системе морфотропной области (области структурного фазового перехода), сопровождающегося экстремумами электрофизических параметров.

Пьезокерамика системы ЦТС представляет собой твердые растворы антисегнетоэлектрика цирконата свинца (PbZrO_3) и сегнетоэлектрика титаната свинца (PbTiO_3) (рис. 1). Антисегнетоэлектрическая фаза находится только вблизи PbZrO_3 и имеет узкую область концентрации. В сегнетоэлектрической фазе наблюдается тетрагональная и ромбоэдрическая модификации кристаллической решетки типа перовскита (рис. 2), образующие морфотропную область, ширина которой варьируется в зависимости от введенных легирующих добавок [3]. В области морфотропной границы существует совокупность двух фаз одного и того же твердого раствора, но с разными химическими потенциалами, т.е. одна фаза стабильна, другая – метастабильна. Стабильность метастабильной фазы напрямую зависит от ориентации существующих в материале микронапряжений и микрополей. При этом области ромбоэдрической фазы в областях тетрагональной фазы и наоборот не могут быть меньше критических размеров зародышей (около 1 нм), которые под действием приложенных к материалу механических напряжений и электрических полей могут появляться и исчезать, увеличиваться или уменьшаться в зависимости от ориентации зерна керамики при этом воздействии.

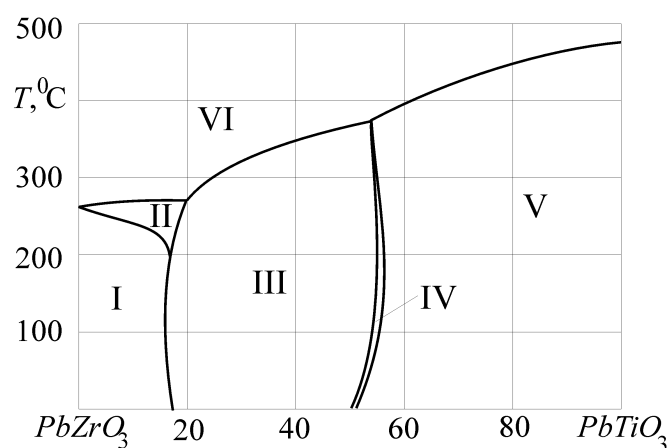


Рисунок 1 – Фазовая диаграмма системы PbZrO_3 - PbTiO_3 : I, II – антисегнетоэлектрические фазы; III – ромбоэдрическая сегнетоэлектрическая фаза; IV – морфотропная область; V – тетрагональная сегнетоэлектрическая фаза; VI – кубическая паразелектрическая фаза



Рисунок 2 – Кристаллическая структура типа перовскита: а – элементарная ячейка; б – остов из октаэдров. $\bigcirc$ А и $\bullet$ В – катионы, $\bigcirc$ X – анионы

Такие электрофизические параметры, как остаточная реориентация поляризации и относительная диэлектрическая проницаемость имеют максимумы, как правило, по разные стороны морфотропной области вблизи ее границ (ромбоэдрической и тетрагональной соответственно). Степень совершенных в процессе поляризации остаточных доменных переориентаций достигает максимального значения в ромбоэдрической фазе, что и обуславливает максимальные значения в этой области реориентированной поляризации.

Пьезоэлектрические модули и коэффициенты электромеханической связи в силу известных зависимостей имеют свои экстремумы в большинстве случаев внутри морфотропной области, в том числе и на участках с постоянными структурными параметрами. Еще один пьезоэлектрический параметр, характеризующий чувствительность к механическому напряжению, зависит, в основном, от остаточной реориентационной поляризации. В этой связи его максимум смещен в ромбоэдрическую фазу.

Электрофизические характеристики пьезокерамических материалов отличаются многообразием и изменяются в широких пределах, с целью

оптимизации их практического применения все существующие пьезоматериалы системы ЦТС по своему функциональному назначению разделены на группы:

1. Материалы для высокочувствительных пьезокерамических элементов, работающих в условиях приема или излучения;

2. Материалы для пьезокерамических элементов, работающих в условиях сильных электрических полей и механических напряжений;

3. Материалы для пьезокерамических элементов, обладающих высокой стабильностью характеристик.

Наибольшее распространение в каждой из групп получили соответственно составы ЦТС-19, ЦТС-23, ЦТС-35У. Их основные технические характеристики представлены в табл. 1.

Таблица 1

Основные технические характеристики низкотемпературной пьезокерамики

Показатели (единицы изм.)	Функциональная группа		
	1	2	3
	Марка пьезокерамического материала		
	ЦТС-19	ЦТС-23	ЦТС-35У
1. Плотность, г/см ³ , не менее	7,30	7,40	7,40
2. Относительная диэлектрическая проницаемость, ϵ/ϵ_0	1620...1980	850...1100	700...900
3. Тангенс угла диэлектрических потерь, $\operatorname{tg} \alpha \cdot 10^{-2}$, не более	2,80	0,75	2,50
4. Коэффициент электромеханической связи, не менее	0,50	0,43	0,48
5. Пьезоэлектрический модуль, d_{31} , 10^{-12} Кл/Н d_{33} , 10^{-12} Кл/Н	150...200 310...460	100...160 200...310	80...100 200...250
6. Механическая добротность, Q_m	50...120	200...450	500...800
7. Напряжение электрического пробоя, $E_{пр}$, кВ/мм, не менее	3,0	3,0	4,5
8. Предел механической прочности при статическом изгибе, 10^{-3} Н/мм ² , не менее	54,5	63,5	55,1

Производство изделий из пьезокерамических материалов накладывает ряд специфических особенностей на состояние структуры и, соответственно, свойств пьезоэлектриков. Из 24 основных и 20 дополнительных характеристик пьезокерамических материалов более 80% зависят от состояния структуры материала, его плотности, характера пористости, размера зерен [4], т.е. являются структурно чувствительными и определяются технологией получения изделий, особенностями их обработки.

Изменение зернового состава, а также плотности и пористости, способно приводить к широкому изменению эксплуатационных характеристик пьезокерамических материалов, в этой связи, в настоящее время ударно-волновая обработка становится одним из перспективнейших

направлений по улучшению свойств пьезокерамических материалов, повышению качества и надежности элементов на их основе. Превращение потенциальной энергии сжатия продуктов детонации взрывчатых веществ (ВВ) в кинетическую энергию метаемой пластины позволяет создавать высокие контактные давления (до 10 ГПа), а ударный характер воздействия активно влияет на механизм структурных превращений в материале, обеспечивая высокую плотность и прочность изделий уже на стадии прессования, а также повышенную реакционную способность при последующем спекании, что обеспечивает получение стабильных электрофизических и механических характеристик пьезокерамических материалов.

Комплекс требований к эксплуатационным свойствам пьезоэлемента определяется условиями эксплуатации будущего изделия. В частности, при применении пьезоэлементов в качестве приемников или излучателей механических колебаний, работающих в условиях слабых механических и электрических напряжений, доминирующим свойством керамики будет являться пьезоэлектрическая активность, в то время как при изготовлении пьезотрансформаторов и элементов для измерения статических нагрузок наряду с этим следует получить максимальную механическую и электрическую прочность.

В последнем случае наиболее перспективным становится применение композиционных полимерных пьезоэлектриков, широкое применение которых является одним из направлений, обеспечивающих техническое переоснащение многих отраслей промышленности при одновременной миниатюризации элементной базы, в том числе и при производстве автомобильных датчиков [5].

Список литературы:

1. Проектирование датчиков для измерения механических величин/ Под ред. Е.П. Осадчего. – М.: Машиностроение, 1979. – 480 с.
2. Дацингер, А.Я. Высокоэффективные пьезокерамические материалы. Оптимизация поиска/ А.Я. Дацингер, О.Н. Разумовская, Л.А. Резниченко, С.И. Дудкина. – Ростов н/Д.: Изд-во "Пайк", 1994. – 96 с.
3. Исупов, В.А. О причинах противоречий по вопросу об области сосуществования фаз в твёрдых растворах цирконата-титаната свинца// Физика твёрдого тела. – 1980. – т. 22. – вып. 4. – С. 172-177.
4. Атрощенко, Э.С. Взрывное прессование сегнетоэлектрических материалов и математический аппарат расчета основных технологических параметров нагружения/ Э.С. Атрощенко, А.Е. Розен, С.Г. Усатый, О.Н. Логинов, Д.В. Цибилев// Технические средства охраны, комплексы охранной сигнализации и системы управления доступом/ III Всероссийская научно-практическая конференция. – Пенза: Изд-во Пенз. гос.ун-та, 2000. – С. 140-142.
5. Родионов, Ю.В. Технология производства пьезокерамических материалов автомобильных датчиков: моногр./ Ю.В. Родионов, О.Н. Логинов. – Пенза: ПГУАС, 2017. – 156 с.

РАЗРАБОТКА РОБОТОПЛАТФОРМЫ «АВТОМОБИЛЬ-ТРАНСФОРМЕР» ДЛЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ

Смирнов Д.А.

*Студент ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет»,
Вологда*

Белов П.А.

*Студент ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет»,
Вологда*

Суконищikov А.А.

Канд. техн. наук, доцент ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет», Вологда

В статье приведено описание роботоплатформы и программного интерфейса, предназначенные для прикладного обучения школьников и студентов основам робототехники и программирования. Описаны архитектура вспомогательных программных средств, а также искусственный интеллект на основании нечеткой логики.

Ключевые слова: автомобиль-трансформер, студенты и школьники, проект, обучение, образовательные учреждения.

DEVELOPMENT OF ROBOT PLATFORM "AUTOMOBILE-TRANSFORMER" FOR EDUCATIONAL INSTITUTIONS

Smirnov D.A.

Student of Vologda State University, Vologda

Belov P.A.

Student of Vologda State University, Vologda

Sukonshchikov AA

Cand. tech. Sci., Associate Professor of Vologda State University, Vologda

The article describes the robot platform and software interface, designed for the application of students and students to the basics of robotics and programming. The architecture of ancillary software is described, as well as artificial intelligence based on fuzzy logic.

Keywords: car-transformer, students and schoolchildren, project, training, educational institutions.

Робототехника с каждым годом приобретает все больший вес в образовательном процессе студентов. Образовательные учреждения организуют различные олимпиады и конкурсы среди обучающихся в целях повышения их качества как работников данной области в дальнейшем.

Отличительные черты роботоплатформы “автомобиль-трансформер”: конструкция, предоставляющая пользователю возможность изменять способ передвижения путем трансформации корпуса из платформы на колесах в человекоподобного киборга; выбор средств управления из ряда доступных: нейрошлем, интерфейс программного средства, смартфон, голосовые команды. Передача данных происходит по беспроводной сети Bluetooth.

Комплектация конструкции:

1. Сервомоторы – 9шт.;
2. Плата управления “TrackDuino” – 1шт.[1];
3. Микрофон – 1шт.;
4. Ультразвуковой датчик расстояния – 1шт.;
5. Пьезодинамик – 1шт.

Микроконтроллер “TrackDuino” (мозги робота) подобен плате “ArduinoUno”, имеет 8 портов для датчиков и сервомоторов, модуль Bluetooth, 4 порта для двигателей и один слот MicroSD.

Питание будет осуществляться от внешнего блока с батарейками на 9 Вольт.

Корпус робота спроектирован в 3D конструкторе и распечатан из пластика Anycubic 3D – один из наиболее качественных и недорогих.

Одна из главных тем, которые обсуждаются в связи с робототехникой – искусственный интеллект, то есть навыки, которыми наделен робот для автономной работы без участия пользователя.

Робот предусматривает выполнение следующих функций:

1. Трансформация. Представляет собой процесс смены способа передвижения робота;

2. Поиск предмета и перемещение его в пространстве. Функция осуществляется с помощью ультразвукового или инфракрасного датчика расстояния;

3. Выполнение функций программы по звуковому сигналу (хлопок). Робот реагирует на звуковые колебания с помощью микрофона.

4. Выполнение команд, имеющихся в программном интерфейсе, поддерживаемом на ПК или смартфоне с установленной ОС Android, а также нейроинтерфейсе (с помощью нейрошлема).

Средством программирования роботов обучающимися является программная среда. Для программирования сценария действий, выполняемых роботом, используется drag-and-drop-подход: блоки из “палитры блоков” перетаскиваются в область скриптов.

Совокупность блоков в области скриптов образуют программу.

Примерный вид программы представлен на рис. 2.

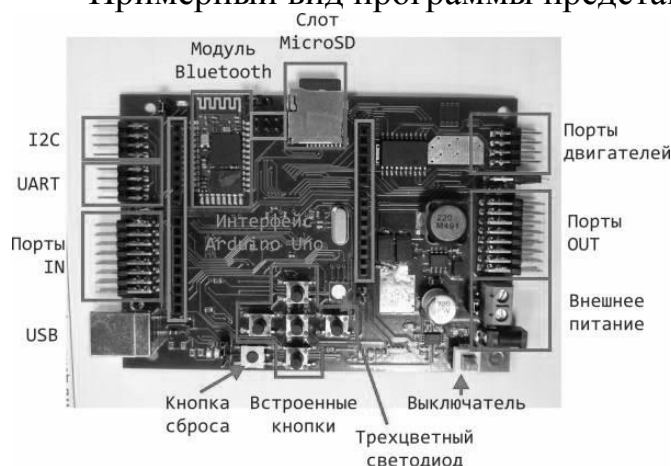


Рисунок 1 – Микроконтроллер
"TrackDuino"

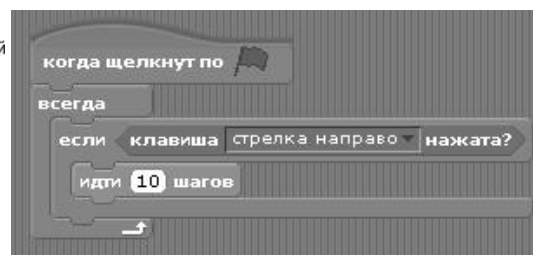


Рисунок 2 – Примерный вид
программы

У среды программирования в данной работе есть аналоги, наиболее известный из них «Scatch» [3]. В данной программной среде составление скрипта (программы) выполняется по тому же подходу (drag-and-drop), что и в нашей среде, но ее отличительной особенностью от Scatch является, то, что скрипт работает для реального робототехнического устройства, а не только для виртуального.

Для достижения поставленной цели необходимо решение ряда задач:

1. Реализация основных функций продукта;
2. Создание 3D модели корпуса;
3. Спроектировать структуру интерфейса для программирования робота и выбрать его основные элементы;
4. Спроектировать логику автономного выполнения функций (искусственный интеллект);
5. Связь внешних устройств управления с роботоплатформой;
6. Тестирование программных средств и продукта в целом.

Данный проект является многофункциональным и отлично подойдет для обучения основным принципам и особенностям программирования, алгоритмизации студентов и школьников, что приведет к повышению интереса и престижа профессии инженер.

Список литературы:

1. Трекдуино [Роботрек вики] [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://robotrack-rus.ru/wiki/ehlektronika/trekduino>
2. Дьякова Н.А. Образовательная робототехника внеурочной деятельности "Основы робототехники"/ Н.А.Дьякова//Педагогическое образование на Алтае. 2013. № 1. С. 327-335.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ АЛГОРИТМА ДЕЙКСТРЫ

Сорокин А.Л.

*Студент ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет»,
Вологда*

Андрианов И.А.

*Канд. техн. наук, доцент ФГБОУ ВО «Вологодский государственный
университет», Вологда*

Статья посвящена вопросу реализации программного обеспечения для визуализации алгоритма Дейкстры. Рассматривается как сам алгоритм, так и его особенности представления в разработанном программном обеспечении. Также в статье затрагиваются вопросы пользовательского интерфейса и тестирования программного обеспечения.

Ключевые слова: программное обеспечение, алгоритмы на графах, алгоритм Дейкстры, визуализация графов, пользовательский интерфейс.

DEVELOPMENT OF SOFTWARE FOR THE VISUALIZATION OF DIJKSTRA'S ALGORITHM

Sorokin A. L.

Student of Vologda State University, Vologda

Andrianov I. A.

Cand. Tech. Sci., associate professor of Vologda State University, Vologda

The article focuses on the realization of the software for the visualization of Dijkstra's algorithm. Considered as the algorithm itself, and its presentation in the developed software. Also considered are user interface and software testing.

Keywords: software, graph algorithms, Dijkstra's algorithm, graph drawing, user interface.

Алгоритм Дейкстры – алгоритм на графах для определения кратчайшего расстояния от одной из вершин графа до всех остальных, который работает только для графов без ребер с отрицательным весом. Алгоритм применим для всех типов входных данных, которыми можно обозначить вес ребра графа, и находит широкое применение в различных областях. Например, при определении пути из одного пункта в другой с минимизацией потраченных средств или минимизацией длины маршрута. Для решения этих задач необходима разработка специализированного

программного обеспечения с применением данного алгоритма, а для более простого понимания работы алгоритма был разработан визуализатор.

Рассмотрим работу алгоритма применительно к разработанному программному обеспечению.

Визуализатор работает с фиксированным графом, вес ребер которого пользователь может менять. Каждой вершине приписывается метка, которая содержит значение длины пути от начальной вершины до данной. Каждая вершина может быть выделена. Если вершина выделена, то путь от нее до начальной вершины кратчайший, если нет – то временный. Выделенная вершина считается посещенной. Также могут быть выделены ребра графа, выделение показывает, что алгоритм уже прошел по данному ребру. Изначально метка начальной вершины равна нулю, а метка любой другой вершины – бесконечности.

Рассмотрим очередность действий алгоритма. Сначала находятся пути от начальной вершины до соседних, после этого начальная вершина отмечается как посещенная, так как все возможные пути из неё найдены. Значения этих, а также найденных в последующем минимальных путей заносятся в метки, которые располагаются около каждой вершины графа. Посещенные ребра также помечаются. Далее алгоритм переходит к той вершине, путь до которой из начальной вершины самый короткий, то есть выбирает вершину с минимальной меткой. Из неё находятся длины путей до соседних невыделенных вершин. После этого алгоритм выбирает следующую невыделенную вершину с минимальной меткой. Алгоритм завершает свою работу, когда все вершины отмечаются как посещенные. Следует сказать, что если найденный путь до вершины больше метки этой вершины, то метка не меняется, если же меньше – метка принимает значение этого пути. Т.о., после завершения работы алгоритма получается граф со всеми посещенными вершинами и с минимальными до них путями.

Для разработки визуализатора были выбраны язык программирования C# и среда разработки Visual Studio 2015.

Пользовательский интерфейс визуализатора продемонстрирован на рисунке и включает в себя 4 области:

1. Область отображения графа. Здесь выводятся: статус всех вершин и минимальный путь до них, статус всех ребер с их весами. Данные обновляются для каждого конкретного шага.

2. Область, позволяющая управлять входными данными. Здесь можно указать границы случайного выбора весов ребер, выбрать начальную вершину, применить и сбросить введенные данные.

3. Область пошагового управления с выводом информации о текущем шаге.

4. Область для вывода пояснения к каждому шагу.

Главной идеей визуализатора является возможность пошагового выполнения алгоритма с подробным пояснением каждого шага. Таким

образом достигается максимальное понимание принципов работы алгоритма. Для реализации этой идеи была разработана система сохранений. Для каждого шага сохраняются следующие данные: текст в окне вывода пояснений, минимальный путь до каждой вершины, состояния всех вершин (посещены или нет) и состояния всех ребер (посещены или нет). Сохранение срабатывает в определенных местах алгоритма и после его завершения имеются данные по каждому шагу. Впоследствии, при нажатии кнопок «ШАГ ВПРЕД», «ШАГ НАЗАД», «В КОНЕЦ» и «В НАЧАЛО», данные для конкретного шага загружаются из сохранения.

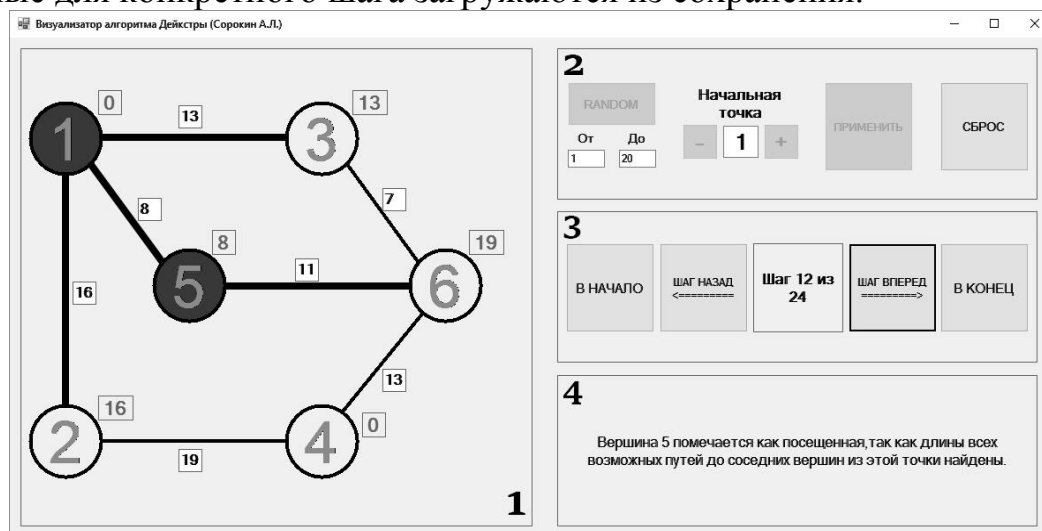


Рисунок 1 – Пользовательский интерфейс визуализатора

Тестирование программного обеспечения проводилось путем ввода различных вариантов входных данных. В итоге тестирования применены следующие проверки на правильность введенных данных:

1. Проверка на наличие данных.
2. Проверка на неотрицательность введенных данных.
3. Проверка на несоответствие введенных данных нулю.

Стоит отметить, что второй пункт обусловлен особенностью самого алгоритма, а третий пункт предотвращает слияние двух вершин в одну.

Таким образом, было разработано программное обеспечение для визуализации алгоритма Дейкстры, необходимое для наглядного объяснения работы алгоритма.

Список литературы:

3. Алгоритм Дейкстры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>
4. Нахождение кратчайших путей от заданной вершины до всех остальных вершин алгоритмом Дейкстры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://e-maxx.ru/algo/dijkstra>.
5. Алгоритм Дейкстры нахождения кратчайшего пути [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://prog-cpp.ru/deijkstra/>.
6. Алгоритм Дейкстры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kvodo.ru/dijkstra-algorithm.html>.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ IP-ТЕЛЕФОНИИ НА КОРПОРАТИВНУЮ СЕТЬ С ПОМОЩЬЮ RIVERBEDMODELER

Суконищиков А.А.

Канд. техн. наук, доцент ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет», Вологда

Сергеев А.С.

Магистрант ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет», Вологда

В статье рассматриваются вопросы влияния IP-телефонии на корпоративную сеть. Исследование проводится на базе продукта RIVERBED MODELER.

Ключевые слова: корпоративная сеть, голосовой трафик, нагрузка.

STUDY OF INFLUENCE OF IP-TELEPHONY ON CORPORATE NETWORK WITH RIVERBED MODELER

Sukonshchikov A.A.

Cand. Tech. Sci., Associate Professor of Vologda State University, Vologda

Sergeev A.S.

Graduate student of Vologda State University, Vologda

The article discusses the impact of IP telephony on the corporate network. The research is conducted on the basis of the RIVERBED MODELER product.

Keywords: corporate network, voice traffic, load

В наше время собственные локальные вычислительные сети имеют даже самые малые организации. Это оправдано необходимостью наличия общего файлового сервера, почтового адреса организации, базы данных, сервера печати и так далее. В какой-то момент расширения организации может, и зачастую поднимается вопрос создания корпоративной голосовой связи – IP-Телефонии с собственным сервером. В программном продукте RiverbedModeler существует возможность протестировать и проанализировать влияние голосового трафика на корпоративную сеть.

Riverbed Modeler – программный комплекс, предназначенный для виртуального построения, анализа и прогнозирования производительности ИТ-инфраструктуры, включая приложения, серверы и различные сетевые технологии. Программный продукт способен обеспечить специалистов в области сетевых технологии всем необходимым для успешной и

продуктивной разработки различных вариантов сетей предприятий, а студентов – пониманию принципов построения и работы ЛВС и отдельных их элементов. Riverbed Modeler позволяет выполнять проектирование и тестирование ЛВС до их ввода в эксплуатацию, что положительно скажется на возможных расходах. Комплекс выделяется наличием огромной библиотеки, включающей в себя множество различного сетевого и иного компьютерного оборудования, используемого для построения необходимой топологии сети и её компонентов. Riverbed Modeler предоставляет пользователю высококачественную среду проектирования ЛВС, возможность выполнять её симуляцию и подробно анализировать как различные компоненты проектируемой ЛВС, так и общие её показатели. Версия RiverbedModelerAcademicEdition является бесплатной и свободно распространяется с официального сайта, что позволяет исключить траты на закупку комплекса[1].

Комплекс обеспечивает пользователям следующие возможности:

1. Разработка как совершенно новых, так и основанных на существующих, собственных протоколов и технологий беспроводных сетей;
2. Оценка качества и возможностей улучшения стандартных протоколов;
3. Проверка и демонстрации технологических разработок в реалистичных сценариях перед развертыванием в производственной среде;
4. Повышение производительности в сфере исследования и разработок сетей и ускорение вывода на рынок[2].

IP-телефонией называется набор различных коммуникационных протоколов, методов и технологий, которые обеспечивают традиционные для телефонии дозвон, набор номера, двустороннее голосовое общение по сети Интернет или любым другим IP-сетям [3,4].

Для примера рассмотрим часть корпоративной локальной вычислительной сети, из которой убрано всё лишнее, кроме самого сервера IP-Телефонии и клиентов в виде четырех отделов организации. Общее число рабочих станций – 62. Каждая из них использует IP-Телефонию для возможности доступа к любой другой рабочей станции. На рис. 1 показана топология ЛВС.

Для возможности сравнения влияния на сеть IP-Телефонии используются несколько сценариев одной топологии. Варьирование параметров заключается в использовании различных кодеков, инкапсуляции нескольких голосовых фреймов в один пакет и использовании VAD (Voice Activity Detection – обнаружение активности голоса) [5].

Для начала необходимо провести стандартный прогон модели. На рабочих станциях установлено приложение для IP-Телефонии, а на сервере – соответствующий сервис. Стандартный кодек – G.726.32,

обеспечивающий передачу голоса полосой пропускания 32 килобита в секунду. Результат тестового прогона показан на рис. 2.

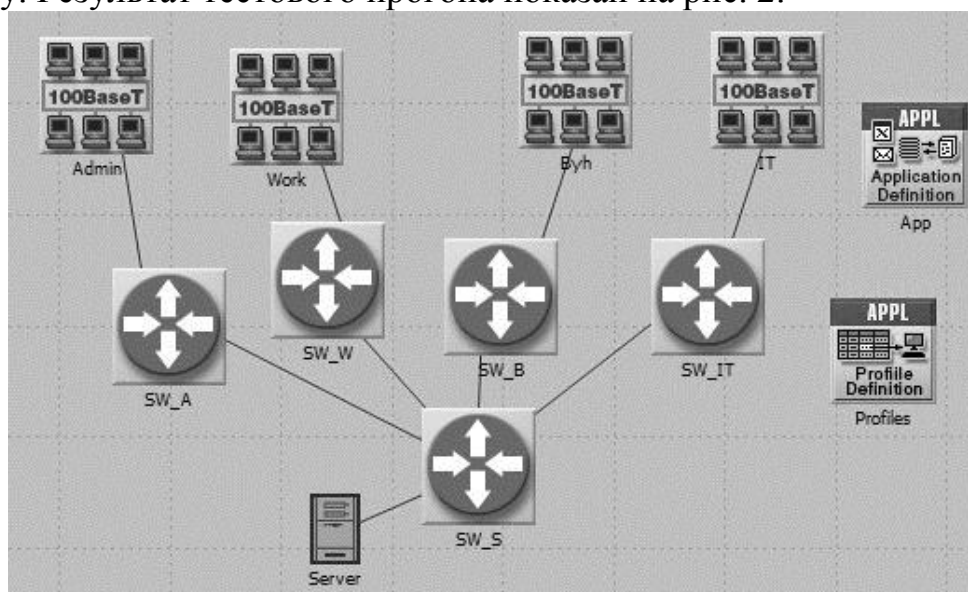


Рисунок 1 – Топология сети

Логично предположить, что если в течение 3х минут активна голосовая конференция на всех рабочих станциях, то и нагрузка должна быть одинаковая на протяжении всего теста. Но график показывает обрыв моделирования из-за неожиданно огромной нагрузки. Это связано, в основном, с одновременным стартом разговора на всех машинах. В реальной жизни такое может произойти лишь в случае, когда все собеседники конференции примерно в одно время ответят на входящий вызов. Для малых организаций это не критично, и потери могут быть не заметны вовсе, а в крупных компаниях неожиданно могут появиться обрывы связи. В любом случае требуется оптимизировать трафик, так как в реальной жизни в корпоративной сети используется не только IP-Телефония. Если просто попытаться добавить все приложения необходимые для организаций, такие как обмен файлами, работа с базой данных, корпоративная почта, сетевые принтеры и даже доступ в мировую сеть – взаимное влияние станет слишком заметным.

Поэтому в первую очередь необходимо включить в кодеках поддержку VAD. В этом случае голосовой трафик будет передаваться лишь тогда, когда клиент что-либо явно говорит. На рис. 3 показан результат включения VAD по сравнению с первым графиком.

Сразу видно, что симуляция сети завершилась корректно, а нагрузка на сеть стала в разы ниже. Так же и нагрузка на процессор центрального маршрутизатора сильно снизилась и уменьшила шанс выхода его из строя в реальном тестировании.

Следующим шагом имеет место быть изменение используемых кодеков. Так, вместо кодека G.726.32 были проверены остальные кодеки с префиксом G. (от G.711 до G.729 A) а так же ряд кодеков AMR. На

следующем рисунке показаны сравнительные результаты тестирования кодеков G.711, G.729 A, AMR 12.2K (самый качественный по передаче звука среди AMR).

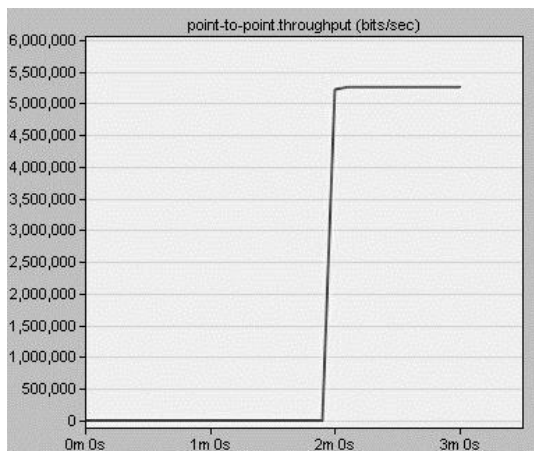


Рисунок 2 – График нагрузки на линию между сервером и центральным коммутатором

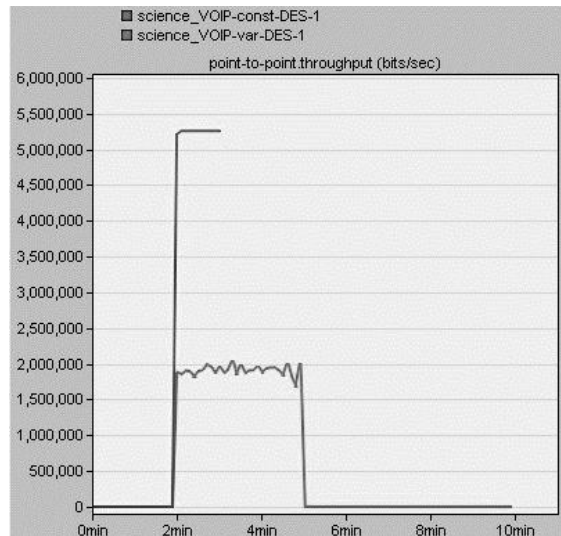


Рисунок 3 – Сравнение влияния активности VAD

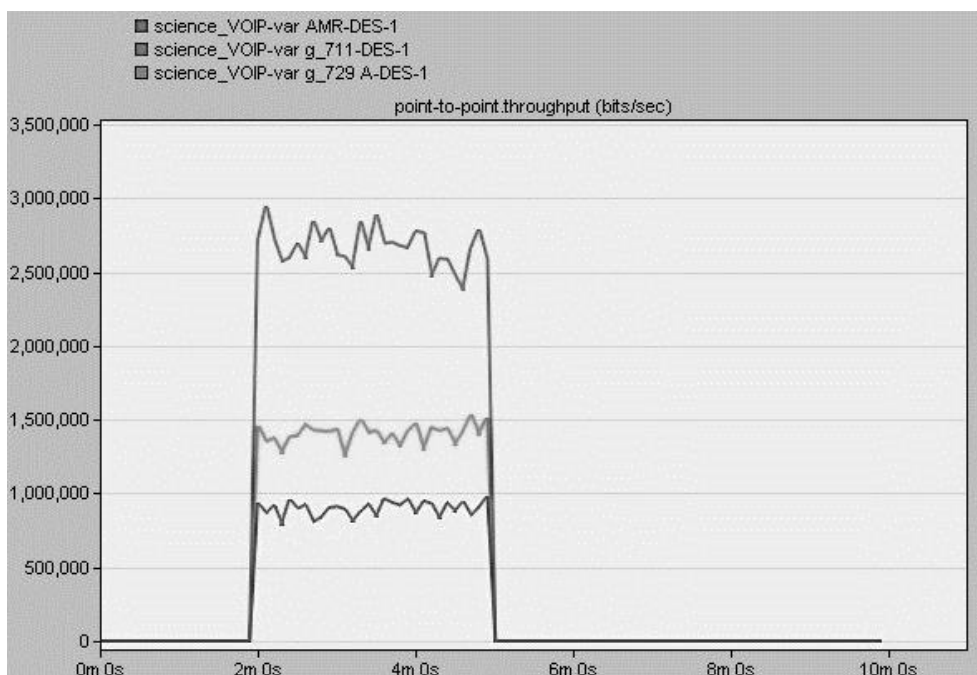


Рисунок 4 – Сравнение нагрузки от использования различных кодеков.

Графики сверху вниз – G.711, G.729 A, AMR12.2K. То есть более новый и совершенный звуковой кодек AMR влияет на общую сеть куда меньше, чем устаревший кодек G.711. При этом кодек AMR варьируется по качеству звука, имея различные варианты битрейта (от 4,75 кб/с до 12,2 кб/с). Битрейт – количество бит, используемых для передачи/обработки данных в единицу времени. Само собой, кодек с меньшим битрейтом будет ещё меньше влиять на ЛВС, но при этом можно потерять и качество звука.

При необходимости снижения нагрузки логично будет использовать в данном случае варианты кодека от 7,40К до 10,2К.

Ещё одним радикальным вариантом снижения нагрузки на сеть является инкапсуляция нескольких голосовых фреймов (фрагментов аудиодорожек) в один пакет. Таким образом, при инкапсуляции трёх фреймов в один пакет можно снизить нагрузку в 1,5-3 раза (нельзя забывать о служебной информации пакетов). Результат инкапсуляции трёх фреймов в один пакет при использовании кодека AMR12.2К показан на рис. 5.

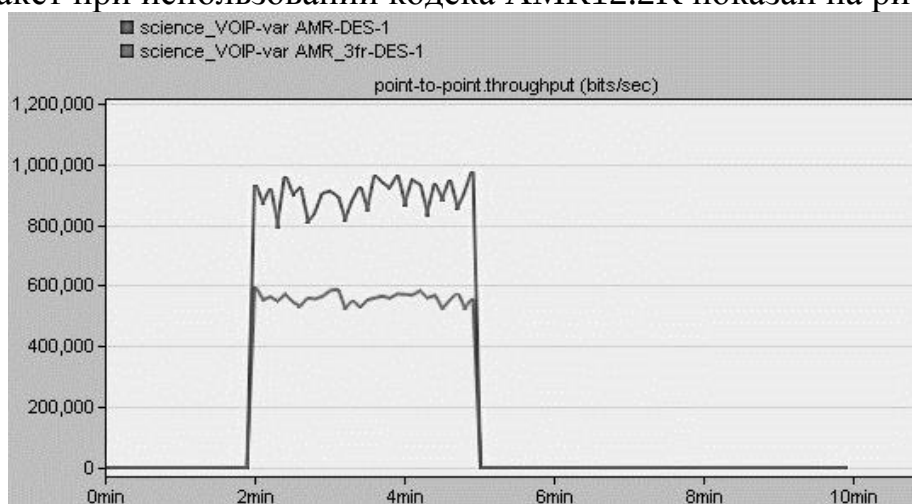


Рисунок 5 – Результат инкапсуляции трёх фреймов в один пакет

Разница лишь 30% обоснована тем, что используется и так уже один из лучших кодеков, и служебной информации в нём становится неожиданно больше, чем объём звуковых фреймов. Например, для кодека G726.32К разница будет намного больше. Но есть и негативный эффект. Пользователи могут заметить возросшую задержку в отклике собеседника – чем больше фреймов инкапсулируется в один пакет – тем выше задержка.

Итоговый результат следующий. При настройке сервера IP-Телефонии можно либо вывести корпоративную сеть из строя, либо свести влияние на сеть к минимуму. Так, начальная нагрузка с обрывом была почти в 10 раз выше, чем последний вариант тестирования. И при необходимости финальную нагрузку можно снизить ещё сильнее. Нагрузка на центральный маршрутизатор же снизилась с 15% до 1%. В условиях, приближённых к реальности (когда кроме IP-Телефонии в организации используются базы данных, доступ к мировой сети, а так же серверы печати, файловой передачи и электронной почты) такое снижение нагрузки позволит оставить корпоративную локальную сеть в рабочем состоянии.

Список литературы:

1. Информационные сети. Головин Ю.А., Суконицков А.А., Яковлев С.А. учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки "Информационные системы" / Ю. А. Головин, А. А. Суконицков, С. А. Яковлев. – М.:Академия, 2011.- 340 с.

2. *SteelCentral Riverbed Modeler. Описательная страница программного продукта. Режим доступа:*
3. <https://www.riverbed.com/ru/products/steelcentral/steelcentral-riverbed-modeler.html>.
4. IP-Телефония. Информация по кодекам из Википедии. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/IP-телефония>
5. Сергеев А.С. Проектирование корпоративных сетей на базе Riverbed Modeler. / Сергеев А.С., Суконицков А.А. // Автоматизация и энергосбережение машиностроительного и металлургического производств, технология и надежность машин, приборов и оборудования. Материалы двенадцатой Международной науч.-техн. конф. / ВоГУ. – Вологда, 2017. – С. 194-198.
6. Суконицков А.А. Методы, средства и протоколы доступа к среде и удаленным информационным ресурсам. Учебное пособие. Вологда/ А. А. Суконицков. - ВоГТУ, 2013.- 147 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ПЕТРИ С ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ

Суконищиков А.А.

Канд. техн. наук, доцент ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет», Вологда

Синягов А.И.

Магистрант ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет», Вологда

Эффективным способом представления, моделирования и исследования сложных процессов являются искусственные нейронные сети (ИНС) и сети Петри (СП). В статье исследуются нейронные сети Петри в среде CPNTools.

Ключевые слова: нейронная сеть Петри, обратная связь.

INVESTIGATION OF THE MODEL OF THE NEUTRON PETRI NETWORK WITH FEEDBACK

Sukonshchikov A.A.

Cand. Tech. Sci., Associate Professor of Vologda State University, Vologda

Sinyagov A.I.

Graduate student of Vologda State University, Vologda

An effective way to present, simulate and investigate complex processes are artificial neural networks (ANNs) and Petri nets (SPs). The article explores neural networks of Petri in the environment of CPN Tools.

Keywords: neural network Petri, feedback.

Эффективным способом представления, моделирования и исследования сложных процессов и процедур на их основе в технологических комплексах являются искусственные нейронные сети (ИНС), сети Петри (СП) и их расширения. ИНС применяют для распознавания образов, принятия решений и управления. Нейронная сеть Петри объединяет функциональные возможности ИНС и раскрашенных (цветных) СП [1].

Нейронная СП определяется следующим набором:

$$NP = (P, T, A, S, F, M, q, n, g, h, C, \tau), \quad (1)$$

где P – конечное непустое множество позиций; T – конечное непустое множество переходов; A – отношение, соответствует множеству дуг; S – конечное непустое множество стартовых (начальных) позиций; F – конечное

непустое множество финальных (выходных) позиций; M –маркировка позиций сети метками с функцией принадлежности μ_i ; q – вещественная величина, соответствующая времени жизни ("потенциалу") метки в позиции; n – целочисленная величина, равная минимальному числу меток, необходимому для активизации перехода; g – функция для определения суммарного потенциала меток в каждой позиции в определенный момент времени; C - множество атрибутов меток, $C = \{c_1, c_2\}$; $h: T \times P$ – функция веса выходных дуг переходов, t – время срабатывания переходов сети [2].

В ходе работы системы проявляется потребность адаптировать время жизни меток под текущую ситуацию. Для этого вводим обратную связь между выходными переходами (T_3, T_4) и нейронной позициями (P_3) (рис.1). Обратная связь – процесс, приводящий к тому что, выходящий результат влияет на входные параметры.

На рис. 1 представлена схема нейронной сети Петри с обратной связью. Из позиции P_1 приходят положительные сигналы, из позиции P_2 приходят отрицательные. Сигналам, которые поступают из позиций P_1 и P_2 в позицию P_3 , присваивается время жизни C . В ходе моделирования с помощью обратной связи присваиваемое время жизни C сигнала меняется. Когда в позиции P_3 накапливаются более 7 сигналов, срабатывает один из переходов T_3 или T_4 . Если в позиции P_3 больше положительных сигналов, сработает переход T_3 , если больше отрицательных сигналов T_4 . Когда один из этих переходов срабатывает, из позиции P_3 извлекается сигнал с наименьшим временем жизни, а знак сигнала зависит от того, каких сигналов в позиции было больше. В зависимости от оставшегося времени жизни, обратная связь меняет время жизни, которое присваивается при входе в позицию.

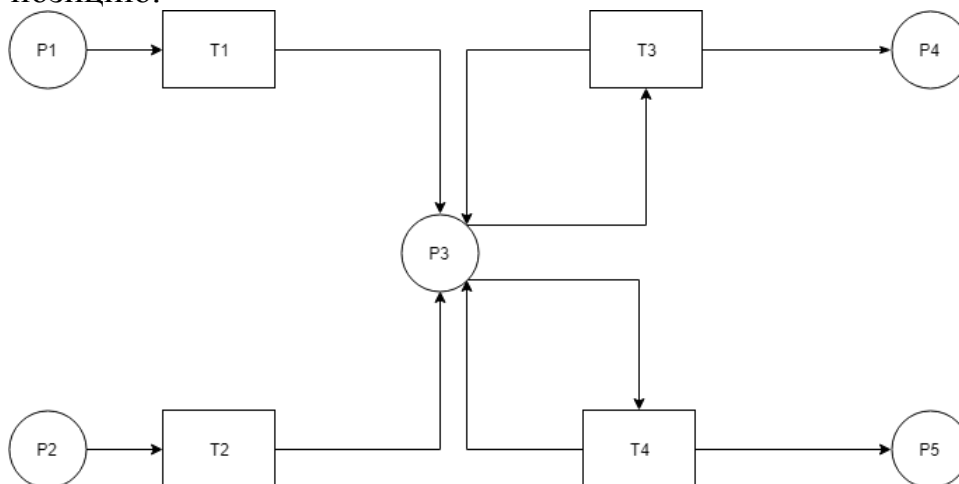


Рисунок 1 – Схема нейронной сети Петри с обратной связью

Обратная связь работает по следующему алгоритму:

1. От времени жизни C , которое присваивается при входе в позицию, берётся 20%.
2. Из полученного числа вычитается оставшееся время жизни сигнала.

3. Разность прибавляется к времени жизни С.

Таким образом, если оставшееся время жизни сигнала больше чем 20% времени жизни С, тогда время жизни С уменьшится. Если наоборот, то увеличится.

Обратная связь позволяет регулировать оптимальное время жизни С, при котором в позиции Р3 не будет скапливается много сигналов.

Для реализации искусственно-нейронной сети Петри была выбрана среда моделирования сетей Петри ColoredPetriNetsTools. Базовый функционал CPNTools помогает реализовать обычные, раскрашенные и временные сети Петри. Для реализации сети, представленной на рисунке 1, (ИНС) в CPNTools надо расширить функционал с помощью написания классов и функций [3].

На рис. 2 представлена модель сети Петри с обратной связью, реализованная в CPNTools. При срабатывании переходов Т3 и Т4 происходила запись в файл. Записывалось время моделирования и время жизни С.

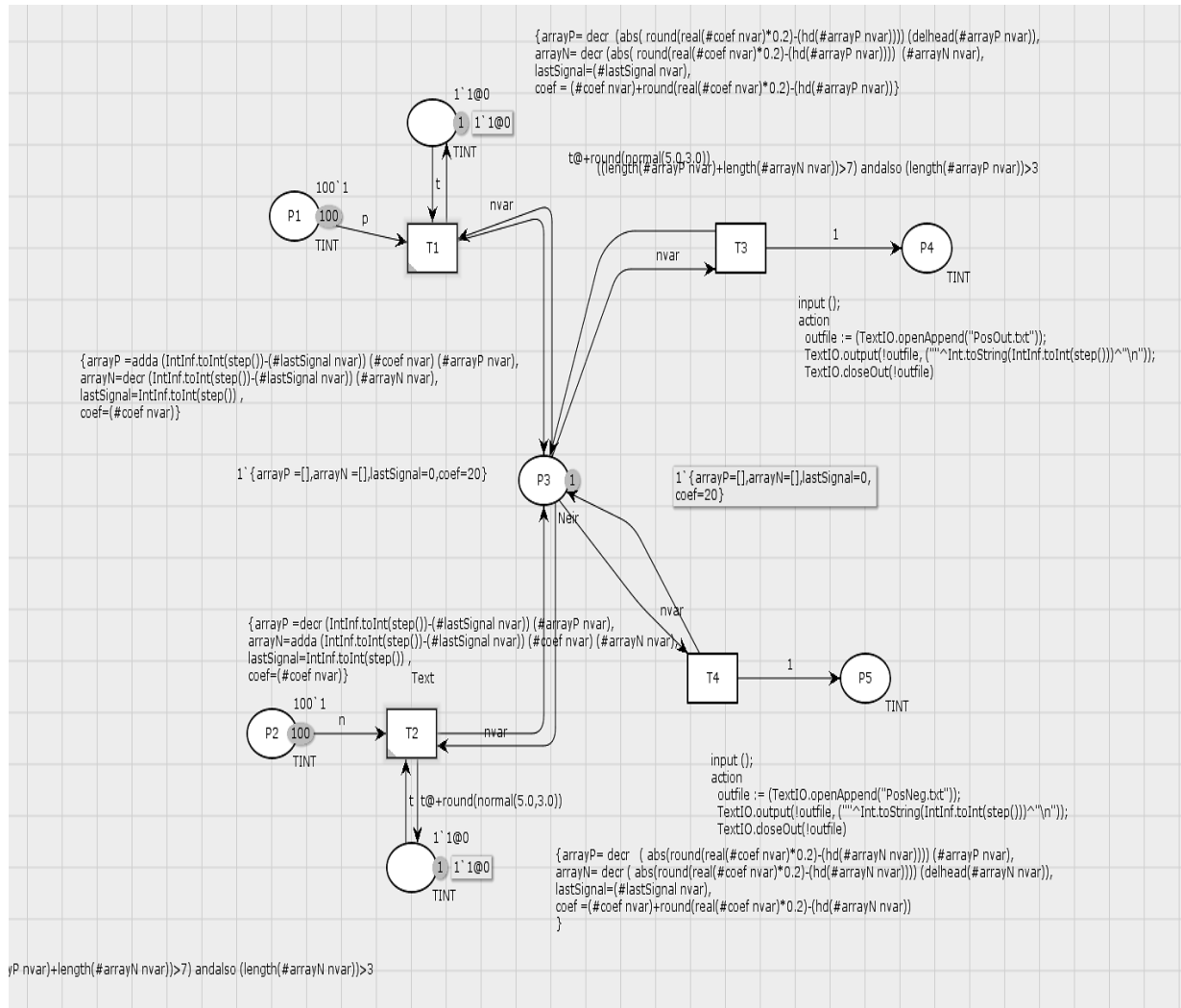


Рисунок 2 – Модель сети Петри с обратной связью в CPNTools

Извлечённые данные были построены в виде графиков в табличном процессоре Excel. На рисунке 3 представлен график изменения времени жизни С на протяжении процесса моделирования.

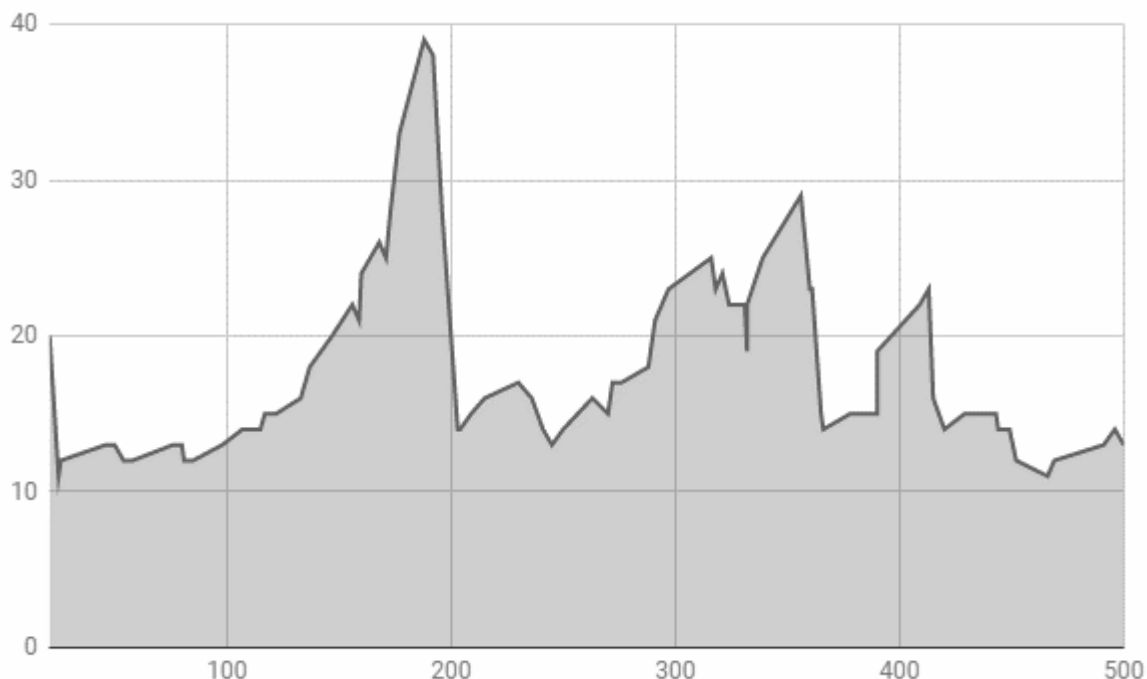


Рисунок – 3 Изменения времени жизни С

Время жизни С на протяжении моделирования менялось, среднее значение равно 17,92, что немного ниже чем начальное. Однако бывали всплески времени жизни С. Это связано с тем, что сигналы, поступающие имеют случайное время прибытия. Из-за этого могут возникать ситуации, когда сигналов приходит мало либо наоборот много.

Из выше сказанного можно сделать вывод, что обратная связь позволяет обеспечивать оптимальное на текущий момент время жизни С.

Список литературы:

1. Суконициков А.А., Кочкин Д.В. Построение и анализ модели сети АСУП: монография.- Вологда, ВоГУ, 2015.- 119 с.
2. Суконициков А.А., Кочкин Д.В., Тутьинин М.А. Использование среды CPN Tools для моделирования раскрашенных сетей Петри// Информатизация инженерного образования. Труды Межд. НМК. – М.:2014, – С.77-78.
3. Суконициков А.А., Кочкин Д.В. Методика создания моделей на базе модифицированных сетей Петри// Программные продукты и системы-Научное и научно-практическое издание. – Тверь. – НИИ «Центрограммсистем». – 2013. – №3. – С. 248-251.

ВЕБ-ФРЕЙМВОРКИ

Токач Д.Ю.

*Магистрант ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет»,
Вологда, Россия*

Определение и назначение веб-фреймворков. Описана целесообразность использования js-фреймворков, их преимущества и недостатки. Произведен обзор наиболее популярных js-фреймворков для разработки веб-сайтов и мобильных приложений.

Ключевые слова: js-фреймворк, веб-фреймворк, веб-сайт, мобильное приложение.

WEB-FRAMEWORKS

Tokach D.Yu.

Graduate student of Vologda State University", Vologda, Russia

Definition and purpose of web-frameworks. Described feasibility of use js-frameworks, their advantages and disadvantages. Reviewed the most popular js-frameworks for websites and mobile applications development.

Keywords: js-framework, web-framework, website, mobile application.

В современном мире огромное распространение получили веб- и мобильные приложения, которые, в основном, разрабатываются на языке JavaScript. С течением времени задачи таких приложений усложняются, соответственно, увеличивается время и сложность их разработки, а также уменьшается их производительность за счет высокой нагрузки и большого количества кода. Использование JS-фреймворков при разработке веб-, мобильных и одностраничных приложений позволяет избежать большинство из этих проблем.

Фреймворк является каркасом приложения. Использование фреймворка обязывает разработчика выстраивать архитектуру приложения в соответствии с определенной логикой. Фреймворк обычно предоставляет функционал вроде событий, хранилищ и связывания данных. Если провести аналогию с автомобилем - он предоставляет готовый корпус и двигатель. Разработчик может добавлять, удалять или заменять некоторые детали, при этом предполагая, что машина сможет использоваться по назначению.

Фреймворк находится на более высоком уровне абстракции по сравнению с библиотекой и позволяет без особых усилий построить большую часть приложения.

Веб-фреймворки (JS-фреймворки) – это инструменты для построения динамических веб-, мобильных и одностраничных приложений на языке JavaScript. В большинстве случаев разработчики используют их в тех

случаях, когда предоставленную задачу невозможно, сложно или очень долго выполнять стандартными средствами. Чаще всего фреймворки используют для написания одностраничных приложений, представляющих собой одну страницу, на которой динамически происходят нужные действия без перехода с неё.

К преимуществам использования веб-фреймворков можно отнести:

- Высокая скорость разработки;
- Структурированность;
- Безопасность;
- Минимизация расходов (большинство из веб-фреймворков имеют открытый код и являются бесплатными);
- Высокая производительность за счет минимизации и оптимизации кода;
- Модульность.

К недостаткам веб-фреймворков можно отнести:

- Трудности разработки из-за некоторых его ограничений;
- Сложности с обновлением версии.

На 2017 год наиболее популярными веб-фреймворками являются:

- React;
- AngularJS;
- Vue.js.

Затрагивая тему популярных JS-фреймворков нельзя не сказать несколько слов о наиболее часто используемых из них.

1) React

React является достаточно сложным в изучении из-за недостаточно полной и качественной документации, его функциональность не столь велика, как у некоторых других JS-фреймворков, однако, он по праву занимает одну из лидирующих позиций в большинстве существующих современных рейтингов веб-фреймворков из-за того, что в нем есть множество шаблонов и готовых функций для front-end'a, удобство использования HTML+JavaScript, т.е. синтаксис JSX, наличие расширений для браузеров, позволяющих производить качественную отладку кода, возможность рендеринга как на клиентской стороне, так и на серверной. React считается самым быстрорастущим JS-фреймворком и подходит как для создания маленьких приложений, так и для крупных проектов.

Преимущества:

- Компактность, эффективность, производительность и гибкость;
- Простая модель компонентов;
- Обилие онлайн-ресурсов;
- Возможность рендеринга на стороне сервера.

Недостатки:

- Новый синтаксис для изучения;

- Необходимы системы сборки;
- Требование сторонних инструментов и библиотек;
- Может быть несовместим с кодом и другими библиотеками, модифицирующими DOM-дерево.

2) Angular.js

Является очень популярным благодаря широкой функциональности. Angular расширяет HTML, добавляя набор атрибутов, которые способны динамически видоизменять разметку. Есть возможность расширения языка шаблонов своими компонентами, а также огромный выбор существующих компонентов. Имеет крупнейшее сообщество разработчиков.

Преимущества:

- Быстрое написание кода;
- Высокий уровень читабельности кода;
- Быстрое тестирование любой части приложения;
- Удобство использования;
- Хорошая документация и качественные обновления.

Недостатки:

- Сложность в освоении;
- Низкая производительность интерфейсов.

3) Vue.js

Легкий современный фреймворк для создания пользовательских интерфейсов. Использует синтаксис шаблона HTML для связки DOM и данных. Модели являются простыми javascript-объектами, которые перестраивают интерфейс и/или контент при изменении данных. Многофункциональный и производительный, позволяет обрабатывать вводимые пользователем данные, создавать шаблонные компоненты и многое другое.

Преимущества:

- Прост в освоении;
- Хорошая производительность;
- Мало зависимостей.

Недостатки:

- Высокие риски;
- Скудная документация;
- Немного ресурсов.

Веб-фреймворки являются удобным инструментом для разработки одностраничных приложений, позволяющим разрабатывать продукт быстрее и удобнее, повышать его производительность и структурированность. Нельзя однозначно сказать какой фреймворк больше всего подойдет разработчику, так как при выборе такового необходимо руководствоваться многими факторами, что существенно усложняет процесс выбора. Однозначно можно сказать лишь то, что веб-фреймворки

получили широкое распространение на данный момент и их популярность продолжит расти в ближайшем будущем.

Список литературы:

1. *Лучшие JavaScript фреймворки, библиотеки и инструменты в 2017 [Электронный ресурс]:* proglib / *Лучшие JavaScript фреймворки, библиотеки и инструменты в 2017 – Режим доступа:* <https://proglib.io/p/best-javascript-frameworks-2017/>.
2. *5 самых популярных фреймворков для JavaScript [Электронный ресурс]:* geekbrains / *5 самых популярных фреймворков для JavaScript – Режим доступа:* https://geekbrains.ru/posts/5_js_frameworks.

РАСЧЕТНАЯ СХЕМА СБОРНО-МОНОЛИТНОГО ПЕРЕКРЫТИЯ

Трегуб А.Ю.

Канд. техн. наук, доцент ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», Пенза

Хмарин А.Н.

Студент ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», Пенза

В данной работе был проведен анализ статической работы сборно-монолитного перекрытия, состоящего из сборных железобетонных предварительно-напряженных плит толщиной 60 мм, служащих несъемной опалубкой для устройства несущей монолитной плиты толщиной 100мм. Приводится два варианта расчетной схемы. На основе численных методов обоснована расчетная схема для сборно-монолитного перекрытия с использованием конечно-элементной модели. На основе полученных данных предлагается конструирование данного типа перекрытия.

Ключевые слова: сборно-монолитное перекрытие, конечно-элементная модель, продольная арматура, опорный и пролетный изгибающий момент.

A DESIGN SCHEME OF DESIGN OF PRECAST-MONOLITHIC SLABS

Tregub A.Y.

Cand. Tech. Sci., Associate Professor of Penza State University of Architecture and Construction, Penza

Hmarin A.N.

Student of Penza State University of Architecture and Construction, Penza

In this work was the analysis of static work of precast-monolithic slab consisting of precast pre-tensioned slabs 60 mm thick, employees of non-removable formwork for the device carrier of a monolithic plate with a thickness of 100mm. Given two versions of a design scheme. On the basis of numerical methods the calculation scheme for precast monolithic overlap with the use of finite element model is substantiated. On the basis of the obtained data, the construction of this type of overlap is proposed.

Keywords: precast-monolithic overlap, finite element model, longitudinal reinforcement, support and span bending moment.

Анализ статической работы сборно-монолитного перекрытия, состоящего из сборных железобетонных предварительно-напряженных плит толщиной 60 мм, служащих несъемной опалубкой для устройства несущей монолитной плиты толщиной 100мм, что общая толщина перекрытия составляет 160мм.

В связи с этим возник вопрос по выбору правильной расчетной схемы такого перекрытия. Предполагается два варианта расчетной схемы.

1 вариант.

Перекрытие рассчитывается как сплошное сечением 160 мм.

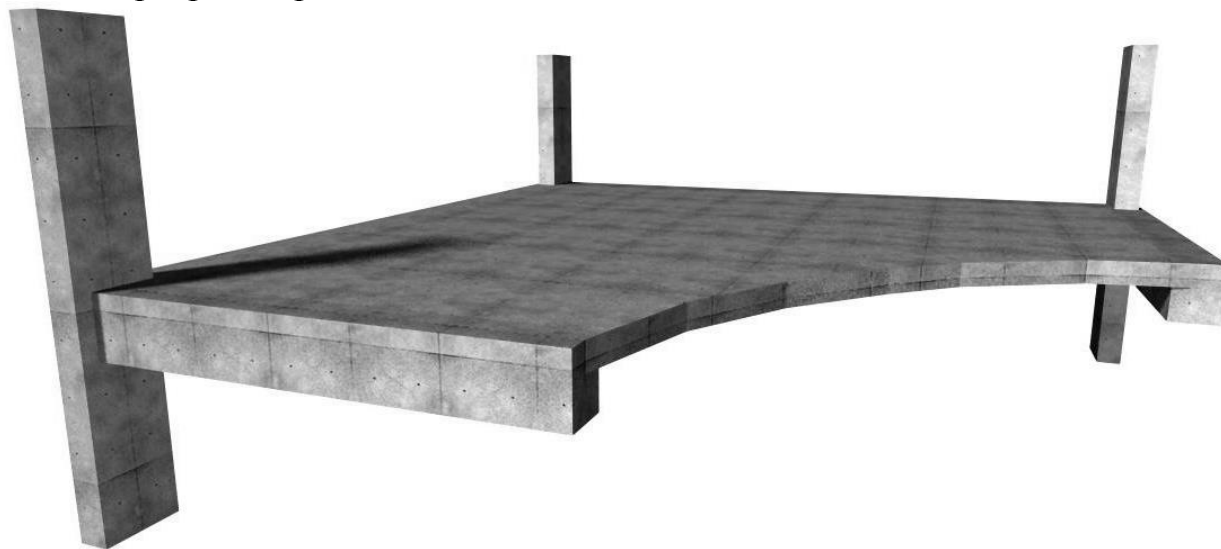


Рисунок 1 – Вариант-1 расчетной схемы. Сплошное перекрытие сечением 160 мм

2 вариант.

Перекрытие рассчитывается как сборное (сборные плиты сечением 60мм и сплошная монолитная плита сечением 100мм).



Рисунок 2 – Вариант-2 расчетной схемы. Сборное перекрытие сечением 60мм + 100мм

Моделирование и расчет сборно-монолитного перекрытия ведется с использованием расчетного программного комплекса "ЛИРА-САПР 2017". Для формирования моделей перекрытия использованы следующие типы конечных элементов:

- элемент N10 – универсальный пространственный стержневой – для линейного расчета;
- элемент N41 – универсальный прямоугольный КЭ оболочки – для линейного расчета;
- элемент N210 – физически нелинейный универсальный пространственный стержневой – для нелинейного расчета;
- элемент N241 – физически нелинейный универсальный прямоугольный КЭ оболочки – для нелинейного расчета.

В работе рассматривались диски перекрытия с сеткой колонн 6×6 м.

Известно, что способы разбивки системы на конечные элементы и густота сетки зависят от условий задачи. Слишком редкая сетка может привести к неприемлемо грубому приближению, а неоправданно густая - к плохой обусловленности системы канонических уравнений. На обусловленность системы уравнений влияет также соотношение сторон конечных элементов, поэтому следует отдавать предпочтение равносторонним элементам.

Исходя из этого, была принята разбивка ячеек на четырехугольные пластинчатые элементы с размерами ячеек $0,6 \times 0,6$ м, $0,3 \times 0,3$ м и $0,2 \times 0,2$ м.

При расчете перекрытия как сплошного сечением 160 мм (1 вариант схемы) рабочее армирование необходимо устраивать как в продольном, так и в поперечном направлении.

Во 2 варианте схемы (перекрытие рассматривается как сборное) плиты-несъемная опалубка работают по балочной схеме и расчет следует вести только по длинному направлению. Следовательно, рабочая арматура также расположена в одном направлении. Поэтому в сборном варианте схемы перекрытия в нерабочем направлении требуется устройство только конструктивных сеток над стыками плит - несъемной опалубки.

Таким образом, в результате проведенной работы был обоснован выбор расчетной схемы сборно-монолитного перекрытия с учетом одной направленности нижних плит (плит - несъемной опалубки).

На основе численных методов обоснована расчетная схема для сборно-монолитного перекрытия с использованием конечно-элементной модели. На основе полученных данных предлагается конструирование данного типа перекрытия.

При расчете перекрытия как сплошного сечением 160 мм (1 вариант схемы) рабочее армирование необходимо устраивать как в продольном, так и в поперечном направлении.

Во 2 варианте схемы (перекрытие рассматривается как сборное) плиты-несъемная опалубка работают по балочной схеме и расчет следует

вести только по длинному направлению. Следовательно, рабочая арматура также расположена в одном направлении. Поэтому в сборном варианте схемы перекрытия в нерабочем направлении требуется устройство только конструктивных сеток над стыками плит - несъемной опалубки.

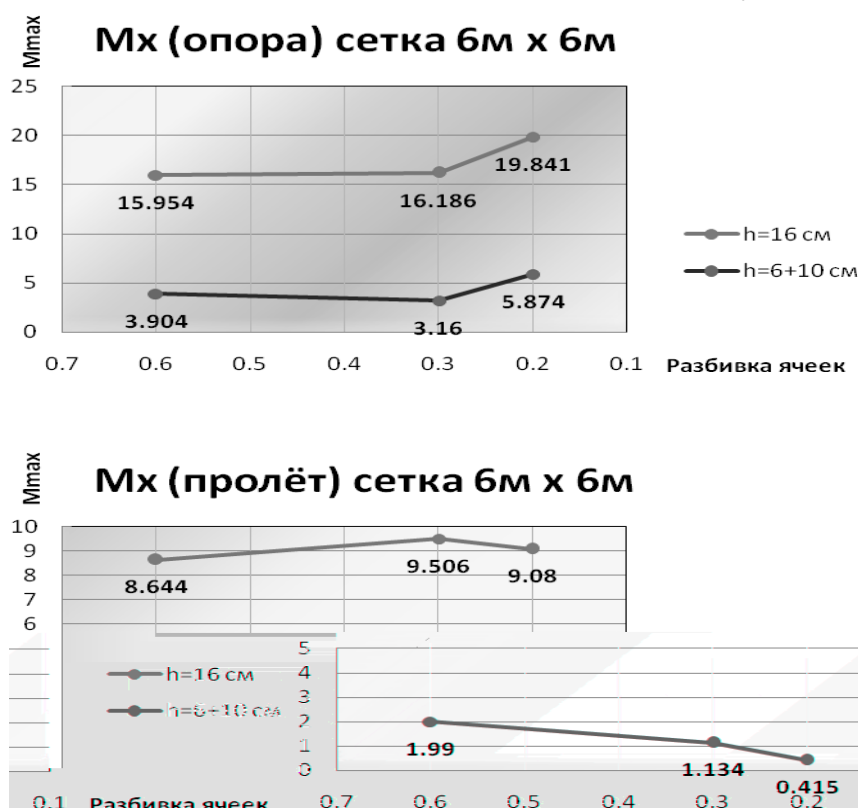


Рисунок 3 – По результатам нелинейного расчета получены графики, отражающие зависимость величины изгибающего момента от вида расчетной схемы и разбивки ячеек

Таким образом, в результате проведенной работы был обоснован выбор расчетной схемы сборно-монолитного перекрытия с учетом одной направленности нижних плит (плит - несъемной опалубки).

На основе численных методов обоснована расчетная схема для сборно-монолитного перекрытия с использованием конечно-элементной модели. На основе полученных данных предлагается конструирование данного типа перекрытия.

УТОЧНЕНИЕ ТЕОРИИ РАСЧЕТА ПРОЧНОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ БАЛКИ ПРИ ИЗГИБЕ

Уткин В.С.

Д-р техн. наук, профессор ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет», Вологда

Соловьев С.А.

*Аспирант ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет»,
Вологда*

В статье приведены уточненные методы расчета несущей способности изгибаемых железобетонных балок с учетом равенства относительных деформаций сжатого бетона и арматуры по гипотезе плоских сечений. На численных примерах показано завышение предельного изгибаемого момента по нормативной методике расчета. Предложенные методы расчета несущей способности могут быть интересны исследователям в области расчета сжатых и изгибаемых железобетонных элементов.

Ключевые слова: железобетонная балка, гипотеза плоских сечений, сжатая зона бетона, относительные деформации, безопасность, изгиб, прочность, предельный момент.

REFINEMENT OF THE FLEXURAL REINFORCEMENT CONCRETE BEAM MOMENT CAPACITY

Utkin V.S.

Dr. Tech. Sci., Professor of Vologda State University, Vologda

Solovyev S.A.

Postgraduate student of Vologda State University, Vologda

The article presents the refined methods of the reinforced beams moment capacity design taking into account the equality of the relative deformations of compressed concrete and reinforcement under the hypothesis of plane sections. Numerical examples show the overestimation of the maximum bending moment by the normative design method. The proposed methods for beams moment capacity design may be of interest to researchers in the field of calculation of compressed and flexural reinforced concrete elements.

Keywords: reinforced concrete beam, plane sections hypothesis, concrete compressed area, relative deformation, safety, bending, strength, ultimate moment.

Железобетонные балки являются распространенными несущими элементами строительных конструкций. В процессе их эксплуатации накапливаются повреждения в виде образования микро- и макротрещин в

бетоне, развитие их до критических размеров; накопление остаточных деформаций, в т.ч. деформаций ползучести бетона; коррозия арматуры и т.д. Предвидеть весь процесс возникновения и развития событий, направленных на снижение несущей способности на стадии проектирования балки невозможно, тем более, что он связан с видом нагрузок (статические и динамические, распределенные и сосредоточенные, равномерные и неравномерные и т.д.), с видом окружающей среды, включая температурные воздействия и т.п. Следовательно, невозможно дать количественную оценку качества продукции (например, долговечности и надежности) на определенный срок эксплуатации.

В связи с этим, все существующие методы расчетов железобетонных балок являются попыткой предвидения и учета развития событий на всех этапах эксплуатации балки. Для этого приходится вводить различные коэффициенты, значения которых чаще не обоснованы теоретически. На первом этапе эксплуатации балки с проверкой ее по первому предельному состоянию (по прочности) выявляется ее несущая способность, мерой которой принимается значение предельного изгибающего момента, ограничивающего изгибающий момент в железобетонной балке от действия внешних сил. Т.е. необходимо выполнение условия прочности изгибающего элемента в опасном сечении по условию: $M \leq M_{np}$. Хотя по п. 5.4.1 СП 63 и требуется учитывать влияние окружающей среды и других воздействий, но предвидеть эти воздействия и их результаты на стадии проектирования железобетонной балки затруднительно. В связи с этим предлагается учитывать некоторые изменения работы железобетонной балки на первых этапах ее работы с внесением уточнений в расчетах по прочности сжатой зоны бетона балки, чему и посвящена данная работа.

По СП 63.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции» и литературным источникам [1, 2] условие прочности железобетонной балки без предварительного напряжения выражается неравенством:

$$M \leq M_{np} = R_b A_b z_b + R_{sc} A_s' (h_0 - a'), \quad (1)$$

где R_b – расчетное сопротивление бетона балки;

R_{sc} – расчетное сопротивление стали арматуры в сжатой зоне бетона балки.

В условии (1) по [1] использовано допущение (принцип) о том, что напряжение в арматуре и бетоне достигают предельных значений одновременно. С таким допущением можно было бы согласиться, если бы оно шло в запас надежности балки. Однако с его применением несущая способность в некоторых случаях завышается и тем более на неопределенное значение. В ответственных конструкциях по безопасности, а также в расчетах надежности железобетонных балок принятое допущение требует уточнения. Для этого предлагается исходить из ранее использованной в расчетах железобетонных балок по допускаемым

напряжениям гипотезы плоских сечений [1] и соответственно из условия равенства деформаций бетона и арматуры $\varepsilon_b = \varepsilon_s$ в расчетном сечении балки. Для этого в математической модели (1) в условии прочности балки используется наименьшее значение из двух предельных деформаций $\varepsilon_{b,np}$ в бетоне и $\varepsilon_{s,np}$ в арматуре. Тогда (1) можно записать в виде:

$$M \leq M_{np} = \varepsilon_{s,np} E_s A_b z_b + R_{sc} A_s' (h_0 - a'), \text{ при } \varepsilon_{s,np} < \varepsilon_{b,np}.$$

Соответственно высоту сжатой зоны бетона x балки определим из уравнения $\varepsilon_{s,np} E_s b x = R_s A_s - R_{sc} A_s'$ при соблюдении известного условия [1, 2]: $x \leq \xi_R h_0$, где $R_s A_s$ – усилие в рабочей арматуре балки.

При $\varepsilon_{b,np} < \varepsilon_{s,np}$ условие (1) примет вид: $M \leq M_{np} = R_b A_b z_b + E_s \varepsilon_{b,np} A_s' (h_0 - a')$. Высота сжатой зоны бетона балки определяется из условия $R_b b x = R_s A_s - \varepsilon_{b,np} E_s A_s'$.

Если для железобетонной балки исходить из начального периода ее работы (при непродолжительном действии эксплуатационной нагрузки), то предельная деформация сжатия по СП при двухлинейной диаграмме деформирования предельная деформация для стали равна $\varepsilon_{s,\dot{\sigma}} = 0,002$, а для бетона $\varepsilon_{b,\dot{\sigma}} = 0,0015$. По гипотезе плоских сечений в бетоне и арматуре, значение деформации в расчетах балки по (1) следует принимать одинаковым и равным в пределе $\varepsilon_{b,red} = 0,0015$. Тогда вместо R_{sc} при модуле упругости стали $E = 2 \cdot 10^{11}$ МПа, вместо R_{sc} в (1) примем $E_s \varepsilon_{b,red} = 2 \cdot 10^{11} \cdot 0,0015 = 300$ МПа. Учитывая, что по СП 63.13330.2012 для арматуры класса А240 принято $R_{sc} = 210$ МПа, тогда по (1) имеем занижение несущей способности балки по условию прочности ее сжатой части на начальной стадии ее работы. По условию безопасности это допустимо, т.к. идет в запас надежности балки. Для арматуры класса А400 имеем $R_{sc} = 350$ МПа, и тогда по (1) получаем завышение значения предельного момента, и соответственно завышение надежности балки, что недопустимо. Для более высокого класса арматуры завышение надежности возрастает. Учитывая, что высокий класс арматуры чаще применяется для ответственных конструкций, то для начальной стадии работы балки, расчет следует проводить по формуле (1) при замене R_{sc} на $E_s \varepsilon_{b,red}$, чтобы не вносить повреждений в железобетонную балку уже на ранней стадии ее работы в результате возможного завышения значения M_{np} , а формулу (1) следует представить в виде:

$$M \leq M_{np} = R_b A_b z_b + E_s \varepsilon_{b,red} A_s' (h_0 - a'). \quad (2)$$

Для балки прямоугольного поперечного сечения шириной b имеем:

$$M \leq M_{np} = R_b b x (h_0 - 0,5x) + E_s \varepsilon_{b,red} A_s' (h_0 - a'). \quad (3)$$

Высота сжатой зоны бетона балки определяется из условия $R_b b x = R_s A_s - \varepsilon_{b,red} E_s A'_s$, при соблюдении известного условия $x \leq \xi_R h_0$.

При продолжительном действии нагрузки на железобетонную балку относительная деформация бетона по СП 63.13330.2012 принимается равной $\varepsilon_{b1,red} = 0,0024$ при относительной влажности воздуха 40-75% и $\varepsilon_{b1,red} = 0,0034$ при влажности ниже 40%. Для стали значение $\varepsilon_{s,i\partial} = 0,002$ сохраняется. На этой стадии в (1) сохраняется R_{sc} , но вместо R_b используется значение $\varepsilon_{s,np} E_b$, где E_b – модуль упругости бетона, значение которого зависит от класса бетона и при двухлинейной диаграмме $\sigma_b - \varepsilon_b$ определяется из $E_{b,red} = R_b / \varepsilon_{b1,red}$. В этом случае условие (1) примет вид:

$$M \leq M_{np} = E_{b,red} \varepsilon_{s,np} A_b z_b + R_{sc} A'_s (h_0 - a'). \quad (4)$$

Для балки прямоугольного сечения имеем:

$$M \leq M_{np} = E_{b,red} \varepsilon_{s,np} b x (h_0 - 0,5x) + R_{sc} A'_s (h_0 - a'). \quad (5)$$

Соответственно высоту сжатой зоны бетона балки определяют из условия: $E_b \varepsilon_{s,i\partial} b x = R_s A_s - R_{sc} A'_s$.

Пример. Определить несущую способность железобетонной балки прямоугольного сечения по значения предельного изгибающего момента при:

1. Начальная стадия эксплуатации балки и непродолжительного действия нагрузки:

Пусть известно: $b = 0,2$ м, $h_0 = 0,4$ м, $a' = 0,05$ м, $\varepsilon_{b,red} = 0,0015$, $R_s = 350 \cdot 10^6$

Па,
$$A_s = 4 \frac{\pi d^2}{4} = 4 \frac{3,14 \cdot 0,018^2}{4} = 10,17 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2,$$

$A'_s = 2 \frac{\pi d^2}{4} = 2 \frac{3,14 \cdot 0,014^2}{4} = 3,08 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$, $R_b = 11,5$ МПа. Балка армирована в нижней зоне 4 стержнями 18 диаметра, в верхней зоне 2 стержнями 14 диаметра. Растянутая арматура класса А400, сжатая арматура класса А400.

Подставляя исходную информацию в формулу расчета балки:

$$x = \frac{R_s A_s - \varepsilon_{b,red} E_s A'_s}{R_b b} = \frac{350 \cdot 10^6 \cdot 10,17 \cdot 10^{-4} - 2 \cdot 10^{11} \cdot 0,0015 \cdot 3,08 \cdot 10^{-4}}{11,5 \cdot 10^6 \cdot 0,2} = 0,115 \text{ м},$$

$$\text{при } x = 0,115 \leq \xi_R h_0 = \frac{0,8}{1 + \frac{R_s}{E_s \varepsilon_{b2}}} = \frac{0,8}{1 + \frac{350 \cdot 10^6}{2 \cdot 10^{11} \cdot 0,0035}} \cdot 0,5 = 0,267 \text{ м}.$$

Вычислим по (3) несущую способность в виде предельного изгибающего момента:

$$M_{np} = R_b b x (h_0 - 0,5x) + E_s \varepsilon_{b,red} A'_s (h_0 - a') = 1,5 \cdot 10^6 \cdot 0,5 \cdot 0,115 (0,4 - 0,5 \cdot 0,115) + 2 \cdot 10^{11} \cdot 0,0015 \cdot 3,08 \cdot 10^{-4} (0,4 - 0,05) = 90,59 + 32,31 = 122,90 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

При нормативной методике расчета ($R_{sc} = 350$ МПа):

$$x = \frac{R_s A_s - R_{sc} A'_s}{R_b b} = \frac{350 \cdot 10^6 \cdot 10,17 \cdot 10^{-4} - 350 \cdot 10^6 \cdot 3,08 \cdot 10^{-4}}{11,5 \cdot 10^6 \cdot 0,2} = 0,108 \text{ м},$$

$$M_{np} = R_b b x (h_0 - 0,5x) + R_{sc} A'_s (h_0 - a') = 11,5 \cdot 10^6 \cdot 0,2 \cdot 0,108 (0,4 - 0,5 \cdot 0,108) + 350 \cdot 10^6 \cdot 3,08 \cdot 10^{-4} (0,4 - 0,05) = 85,95 + 37,73 = 123,6 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

Имеем завышение изгибающего момента по существующей методике расчета на 0,6%. Даже такое незначительное завышение несущей способности на первых стадиях эксплуатации балки в ответственных конструкциях можно считать недопустимым.

2. Вторая стадия эксплуатации балки (эксплуатационное состояние, текущий надзор). Пусть $\varepsilon_{b1,red} = 0,0034$, тогда $E_{b,red} = R_b / \varepsilon_{b1,red} = 3,38 \cdot 10^9 \text{ Па}$.

$$R_{sc} = 350 \text{ МПа. Тогда } x = \frac{R_s A_s - R_{sc} A'_s}{E_{b,red} \varepsilon_{s,np} b} = 0,184 \text{ м}.$$

$$M_{np} = E_{b,red} \varepsilon_{s,np} b x (h_0 - 0,5x) + R_{sc} A'_s (h_0 - a') = 3,38 \cdot 10^9 \cdot 0,002 \cdot 0,2 \cdot 0,184 (0,4 - 0,5 \cdot 0,184) + 350 \cdot 10^6 \cdot 3,08 \cdot 10^{-4} (0,4 - 0,05) = 76,62 + 37,69 = 114,3 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Имеем завышение изгибающего момента по существующей методике расчета на 8%, что недопустимо по безопасности и требованиям Закона РФ №384-ФЗ.

Более объективным показателем механической безопасности железобетонных балок является их надежность [3, 4, 5]. Этому вопросу будет посвящено дальнейшее исследование проблемы.

Представленные уточнения в методах расчета железобетонной балки по критерию прочности сжатой зоны бетона балки могут найти использование в нормативных документах по расчетам железобетонных балок и других несущих элементов на стадии проектирования, а также при оценке их несущей способности и надежности по прочности на стадии эксплуатации, что повышает безопасность эксплуатации железобетонных балок и других конструкций.

Список литературы:

1. Байков, В. Н. Железобетонные конструкции (Общий курс) / В.Н. Байков, Э.Е. Сигалов. – М.: Стройиздат, 1991. – 767 с.
2. Попов, Н.Н., Забегаев А.В. Проектирование и расчет железобетонных и каменных конструкций / Н.Н. Попов, А.В. Забегаев. – М.: Высшая школа, 1989. – 400 с.
3. Уткин В.С., Соловьев С.А. Расчет надежности железобетонной балки на стадии эксплуатации по критерию длины трещины в бетоне // Вестник МГСУ. 2016. №1. С. 68-79.
4. Уткин В.С., Соловьев С.А. Расчет надежности железобетонных балок по критерию прочности поперечной арматуры при образовании наклонных трещин // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2017. №5. С. 34-42.
5. Utkin V.S., Solovyev S.A. Reliability analysis of existing reinforced concrete beams on normal crack length criterion // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. 2017. No. 2. pp. 56-63.

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ВЕЛИЧИНЫ ТАКТА КВАНТОВАНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ

Федотовский С.Б.

Канд. техн. наук, доцент ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет», Вологда

Предлагается методика расчета и выбора наиболее целесообразной величины интервала квантования для электромеханических систем реального времени, в том числе и автоматизированных электроприводов, с учетом того, что такие системы являются каналами передачи информации.

Ключевые слова: интервал квантования, цифровое управление в реальном времени электромеханическими системами.

METHOD OF CALCULATION OF VALUE OF THE CLOCK PERIOD OF QUANTIZATION FOR CONTROL SYSTEMS ELECTROMECHANICAL OBJECTS

Fedotovskij S.B.

Cand. Tech. Sci., Assistant professor of Vologda State University, Vologda

The calculation procedure and a choice of the most expedient value of an interval of quantization for electromechanical real-time systems including automated electric drives is offered taking into account that such systems are channels of communication.

Keywords: quantization interval, digital control in real time electromechanical systems.

Первый опыт применения систем числового программного управления в технологических процессах, особенно при управлении электромеханическими системами в реальном масштабе времени, привел к необходимости решения задачи выбора величины интервала квантования при программной реализации систем управления. Связано это было с двумя причинами: с одной стороны время расчета управляющей программы (вместе с временем снятия информации с датчиков обратных связей, преобразованием ее в дискретную форму и, возможно, обратно) должно быть значительно меньше интервала (такта) квантования T_0 для возможности описания динамики электромеханической системы линейными уравнениями, а, с другой, недостаточными вычислительными мощностями систем числового программного управления того времени, что приводило к необходимости увеличивать величину T_0 .

В настоящее время вопросу выбора интервала T_0 не придается существенного значения ввиду, во-первых, достаточной вычислительной мощности (скорости обработки информации) современных промышленных управляющих контроллеров, а, во-вторых, принципы и основные алгоритмы и, как следствие, программы управления существенно не изменились. Появилась лишь техническая возможность реализации этих алгоритмов на новой элементной базе. Особенно это относится к такой области, как управление электроприводами технологических комплексов.

В предлагаемой статье речь будет идти в основном об электроприводах установок, так как именно они обеспечивают эффективность и производительность всей технологической установки, однако приведенные выкладки могут быть использованы и для других электромеханических систем.

Развитие полупроводниковой силовой схемотехники и управляющих вычислительных систем (промышленных контроллеров) позволяют сегодня реализовывать все более сложные и даже оптимальные [4] законы управления, если они будут энергетически обеспечены исполнительной частью электропривода (электромеханической системы). В то же время синтез новых принципов и алгоритмов управления [3] ведут к усложнению их программной реализации, поэтому вопрос о выборе такта квантования T_0 становится все более актуальным.

Подавляющая часть специалистов (авторов публикаций) по синтезу цифровых систем управления придерживаются рекомендации по выбору интервала квантования, определяемого известной теоремой Шеннона-Котельникова. При этом указанная теорема определяет "верхнюю" границу, то есть максимальную величину такта, "нижняя" же граница вообще не определяется. Серьезным недостатком этих работ является неучет особенностей динамики объекта управления. Более того, в значительной части работ динамика объекта даже не рассматривается, а рассматривается лишь наибольшая частота задающего (входного) сигнала.

В части работ все же авторы рассматривают некоторые свойства и ограничения, присущие реальным системам [1]. Но, во-первых, "верхнего" предела частоты дискретизации теоретически не существует, так как все присутствующие сигналы в реальных системах содержат гармоники, покрывающие практически весь диапазон частот, поэтому в реальности эти факторы в сочетании с нереализуемостью идеального фильтра низких частот делают невозможным точное воспроизведение непрерывного сигнала по его дискретным выборкам, даже если выполняется условие теоремы Шеннона-Котельникова. Правда, учитывая, что амплитуды высокочастотных составляющих в реальных системах значительно ослаблены, можно с некоторой долей истины утверждать, что все же сигнал имеет ограниченный спектр. А, во-вторых, из тех же источников следует, что сигнал все же может быть восстановлен и при скорости квантования

даже меньшей указанной в теореме Шеннона-Котельникова, если известна информация как об амплитуде, так и о его производных.

Изначально естественным кажется выбор интервала дискретизации из требуемой полосы пропускания электромеханической системы, в том числе и систем электропривода. Разумные скорости квантования [2] в 6-10 раз больше ширины полосы пропускания, (или 2-3 импульса за интервал управления) кажутся достаточно медленными по сравнению с типичной задачей цифровой обработки сигналов. Эти скорости дискретизации и могут быть использованы при управлении в реальном масштабе времени, так как динамические характеристики многих электромеханических систем невелики, а их постоянные времени обычно больше времени разгона замкнутой скорректированной системы. Поэтому, хотя автор [2] для определения величины интервала дискретизации и предлагает ввести некоторую безразмерную величину, связанную для колебательных систем с периодом колебаний, а для неколебательных с временем разгона, однако численное значение этой величины только рекомендуется, а в каждом конкретном случае в основном определяется интуицией разработчика.

Что касается электроприводов с полупроводниковыми преобразователями энергии, чаще всего специалистами этой области предлагается в качестве такта квантования выбирать интервал, численно равный периоду коммутации полупроводниковых ключей. Однако такие рекомендации вряд ли можно назвать целесообразными, особенно для систем с "тяжелой" динамикой (карусельные станки, конвейеры, прокатные станы, гидравлические прессы и т.д.). В рассматриваемых выше случаях проблема выбора такта квантования заключается в следующем: теорема Шеннона-Котельникова рассматривает вопрос о восстановлении информации по ее дискретным выборкам, но при этом не рассматривает технические характеристики канала передачи информации, тогда как особенностью электромеханических систем (и электроприводов в частности) состоит именно в том, что они как раз и выполняют эту роль канала, являясь достаточно мощным фильтром низких частот. Таким образом, проявляется косвенное влияние канала передачи информации на эксплуатационные характеристики системы.

Учитывая, что в рамках дискретных моделей, которые описывают поведение цифровых систем управления с непрерывными объектами только в дискретные моменты времени, целесообразно стремиться к увеличению интервала квантования, имея ввиду, что требования к качеству процессов управления являются главенствующими, то есть ни одно из требований к свойствам проектируемой системы не должно быть нарушено при выборе максимально возможного такта квантования. При этом достигаются следующие преимущества:

- с увеличением интервала квантования уменьшается стоимость управления (средств управления);

– увеличивается эффективность использования управляющей ЭВМ (микроконтроллера) за счет возможности подключения к ней (к нему) дополнительных объектов управления;

– появляется возможность снижения материальных и трудовых затрат за счет сокращения парка управляющих ЭВМ (микроконтроллеров) для того же участка производства.

Таким образом, величину максимально возможного такта квантования для систем электропривода с учетом ограничений можно определить следующим образом: исходя из максимально допустимого момента двигателя по энергетическим ограничениям с одной стороны и максимальной скорости рабочего органа либо двигателя (технологические условия) с другой, можно определить время достижения электроприводом заданной максимальной по технологии скорости:

$$t = \int_0^{\omega_{\max}} \frac{J}{M - M_c} d\omega \quad (1),$$

где J – момент инерции системы, а M и M_c – движущий момент и момент сопротивления соответственно.

Учитывая, что в линейной дискретной системе с одномерным входом можно синтезировать такой закон управления, что переходный процесс закончится в течение минимального числа интервалов дискретности, и это минимально возможное число интервалов равно порядку системы n , такт квантования T_0 для обеспечения заданного времени переходного процесса следует выбирать из условия:

$$T_0 = \frac{J\omega_{\max}}{(M_{\max} - M_c)n} \quad (2).$$

Однако выбор максимально возможной величины интервала квантования согласно вышеуказанной формулы (2) целесообразен для систем, работающих основную часть производственного цикла "в большом", например, транспортные системы, некоторые механизмы смены инструмента, перегрузочные роботы и т.п. При этом достигаются преимущества, указанные ранее.

Для систем позиционирования, следящих систем, систем воспроизведения движений, в основном работающих "в малом", выбор такта согласно методике, представленной выше, был бы не рационален, так как увеличение такта при малых заданиях на входе системы управления ведет к уменьшению быстродействия системы. Поэтому в таких случаях величину такта было бы правильнее выбирать исходя из заданной к системе точности (по скорости или перемещению). Поэтому для системы стабилизации скорости при заданной точности поддержания скорости $\Delta\omega$ (для угловых перемещений соответственно $\Delta\varphi$) выражение для расчета величины такта квантования примет вид:

$$T_0 = \frac{J\Delta\omega_{\max}}{(M_{\max} - M_c)n} \quad (3).$$

Таким образом, если стремиться к предельному быстродействию для каждой системы в конкретном случае необходимо, чтобы различные по величине входные воздействия обрабатывались системой за различное минимальное для данного случая время, поэтому величина такта квантования при различных входных управляющих воздействиях должна быть различна, то есть такт квантования должен быть переменным. Коридор изменения величины такта определяется последними двумя формулами, представленными выше.

Если в силу обстоятельств такт квантования должен быть стационарен, то его величина для системы в каждом конкретном случае может выбираться разработчиком из указанного диапазона с удовлетворением наиболее важных для каждого конкретного случая качественных показателей, например, если система позиционирования практически всегда будет работать "в малом", то, вероятно, требования к точности будут главенствующими. Поэтому выбор такта, исходя из заданной точности поддержания параметра, скорее всего, дадут и более высокое быстродействие при допустимой стоимости управления, чем система с большим тактом при той же точности датчика.

Если система электропривода должна обрабатывать сигналы задания как "в большом", так и в "в малом" при стационарном такте квантования (что и наблюдается в современных системах управления), то здесь можно рассмотреть следующую методику выбора этого такта, которая все же не исключает итерационный характер выбора названного параметра.

Одним из основных показателей регулирования угловой скорости электроприводов является диапазон регулирования D , определяемый как отношение максимальной скорости вращения $\omega_{\max}$ к минимальной $\omega_{\min}$. При использовании в качестве датчика скорости энкодера (импульсного диска) неудачный выбор такта квантования может привести к отсутствию даже одного импульса с датчика внизу диапазона регулирования, с другой стороны, количество импульсов за такт (при малой величине этого такта) может быть меньше, чем необходимо для достижения верхней скорости диапазона.

Учитывая дискретный характер управления, внизу диапазона регулирования D за время T_0 с датчика должен придти хотя бы один импульс, иначе его отсутствие приведет к неравномерности вращения электропривода на этих скоростях или даже к потере управляемости. Логичнее, конечно, иметь 2-3 импульса, но здесь приводятся скорее теоретические выкладки, определяющие предельные значения тактов. Исходя из требований к электроприводу, минимальная скорость определяется как

$$\omega_{\min} = \frac{\omega_{\max}}{D} \text{ (с}^{-1}\text{)} \quad (4)$$

или

$$\omega_{\min} = \frac{\omega_{\max}}{2\pi} \text{ (об/с)} \quad (5).$$

Тогда один импульс с датчика при скорости $n_{\min}$ будет получен за время, которое и возможно принять за такт квантования:

$$T_0 = \frac{1}{n_{\min} N} \quad (6),$$

где N – разрешающая способность датчика, то есть числа меток (импульсов) на один оборот. При этом задание на скорость целесообразнее задавать не в с^{-1} , а в метках за такт квантования, так как, во-первых, нижняя скорость может быть меньше одного радиана в секунду, а, во-вторых, с датчика все равно приходит количество меток за такт. Сопоставление скорости в радианах и в метках можно осуществлять с помощью переводной таблицы, заложенной в память управляющего контроллера.

Список литературы:

1. Куо Б. Теория и проектирование цифровых систем управления. – М.: Машиностроение, 1986 – 448 с.: ил
2. Острем К., Виттенморк В. Системы управления с ЭВМ. – М.: Мир, 1987. – 480 с.: ил.
3. Basharin A.V., Kozlova L.P., Fedotovskij S.B. Principles of developing digital systems to control electric drivers, based in microprocessors. - Basharin A.V., Kozlova L.P., Fedotovskij S.B., *Электротехника*, 1994. - №2. – С. 54-58.
4. С.Б. Федотовский, О.А. Шахов Синтез оптимальной цифровой системы управления нелинейными электромеханическими объектами. // *Материалы XII международной научно-технической конференции «Автоматизация и энергосбережение машиностроительного и металлургического производств, технология и надежность машин, приборов и оборудования»*. – Вологда: ВоГУ, 2017. – 270 с., ил., табл., стр. 236-240.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ РАЗВИТИЯ АНГЛОЯЗЫЧНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТОВ ИТ- НАПРАВЛЕНИЙ

Харина М.В.

*Ассистент ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет»,
Вологда*

В статье представлены программные продукты для развития англоязычной компетенции, разработанные студентами ИТ-направлений. Представлена программа для построения частотного словаря лексических единиц по коллекции профессионально-ориентированных англоязычных текстов, тренажёр для самостоятельных занятий по английскому языку и дистанционный практикум по программированию с англоязычным интерфейсом. Отмечено повышение эффективности учебного процесса при использовании данных программных продуктов.

Ключевые слова: адаптивное обучение, программный продукт, междисциплинарное взаимодействие, англоязычная компетенция.

SOFTWARE FOR THE DEVELOPMENT OF ENGLISH- LANGUAGE COMPETENCE OF STUDENTS IN IT FIELDS

Kharina M.V.

Assistant of Vologda State University, Vologda

This article presents software products intended for the development of English-language competence, developed by students in IT fields. This article also touches upon the frequency dictionary program forming lexical units of professionally-oriented English-language texts, training-simulator for distant learning English and distant learning course in programming having English-language interface. The author points out, that using all the above-mentioned items makes the learning process more effective.

Keywords: adaptive learning; software product; interdisciplinary cooperation; English-language competence.

Выпускники университета, направления подготовки которых связаны с информационными технологиями (ИТ-направления), должны уверенно владеть английским языком. ИТ-специалисты часто используют в работе программные продукты с англоязычным пользовательским интерфейсом, синтаксические конструкции большинства языков программирования основаны на англоязычной лексике, значительная часть технической документации и научно-технической литературы написана на английском языке, кроме того, английский язык обычно используется как средство

международного общения с зарубежными коллегами. Таким образом, хорошая англоязычная подготовка является неотъемлемой составной частью профессиональной компетентности ИТ-специалиста, а актуальность задачи развития англоязычной компетенции студентов ИТ-направлений сомнений не вызывает.

Традиционно ответственность за развитие англоязычной компетенции студентов технических вузов несёт дисциплина «Иностранный язык». Однако, преподавателю иностранного языка, имеющему гуманитарное образование, трудно справиться с этой задачей без помощи преподавателей профильных дисциплин, которые и сами крайне заинтересованы в хорошем владении студентами английским языком. Понимание общих целей и задач естественным образом приводит к различным взаимовыгодным формам междисциплинарного взаимодействия [1].

Так, в Вологодском государственном университете постоянно укрепляется сотрудничество между кафедрой иностранных языков для технических направлений и выпускающими кафедрами, ведущими подготовку ИТ-специалистов. Результатом этого сотрудничества явилась целая линейка программных продуктов для поддержки процесса развития англоязычной компетенции, разработанных силами студентов в рамках выпускных квалификационных работ бакалавров и магистров. В данной статье будет представлено несколько программных продуктов, которые уже доказали свою эффективность в процессе обучения.

Сначала кратко поясним особенности педагогического процесса развития англоязычной компетенции студентов ИТ-направлений. Безусловно, это сложный трудоёмкий процесс, требующий значительных совместных усилий со стороны и преподавателей, и студентов. На рисунке 1 представлена структурная модель англоязычной компетенции ИТ-специалиста. Более подробно она обоснована в [2].

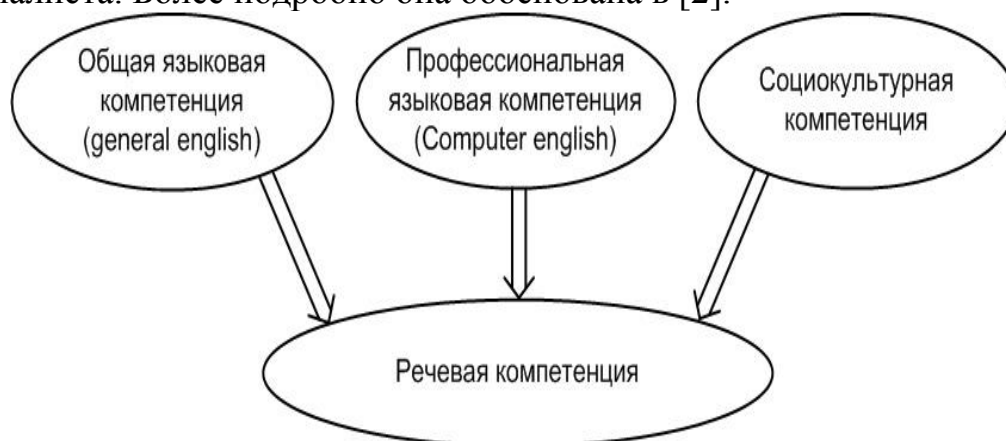


Рисунок 1 – Структура англоязычной компетенции ИТ-специалиста

Результатом обучения является речевая компетенция, которая выражается в способности и готовности специалиста к любым видам

профессионального общения на английском языке (включая чтение и понимание англоязычных источников информации). Для развития речевой компетенции необходимо приобрести языковые компетенции – общую и профессиональную, т.е. освоить грамматику, фонетику, лексику английского языка, включая профессиональную «компьютерную» лексику. Социокультурный компонент в общении ИТ-специалистов играет вспомогательную роль – ввиду интернационального характера компьютерных наук специалисты разных стран легко находят общий язык.

Анализ структуры англоязычной компетенции позволил сформировать требования к дополнительному программному обеспечению учебного назначения. Конечно, для развития общей языковой и социокультурной компетенции имеется достаточное количество учебной литературы и средств электронного обучения. Особого внимания и междисциплинарного сотрудничества требует профессиональная языковая компетенция, которая существенно влияет на развитие речевой компетенции будущих ИТ-специалистов. Проблема обостряется тем, что профессиональная лексика в области ИТ динамично расширяется и обновляется в связи со стремительными темпами развития самих информационных технологий.

Задача предоставления студентам актуальной и современной профессиональной англоязычной лексики в процессе обучения была решена следующим образом. Силами студентов под руководством преподавателей выпускающей кафедры была разработана программа «Частотный словарь английских слов и словосочетаний» [3], которая позволяет выстраивать рейтинги лексических единиц по частоте их реального использования на основе анализа представительной подборки текстов заданной тематики (в нашем случае, компьютерной).

Подборку электронных текстов внушительных размеров (несколько сотен текстов) помогли выполнить преподаватели выпускающих кафедр. Время от времени подборка обновляется и программа строит обновлённый, более актуальный и современный, частотный словарь. Таким образом, преподаватель иностранного языка всегда имеет под рукой список лексических единиц (слов и словосочетаний), которые чаще других встречаются в текстовых электронных источниках информации по информационным технологиям. Кроме того, и сами тексты из подборки преподавателей профильных дисциплин активно используются в процессе изучения дисциплины «Иностранный язык».

Однако, только знания актуальной англоязычной профессиональной лексики явно недостаточно для успешного формирования речевой компетенции студентов ИТ-направлений. В этом процессе неоценимую помощь оказывает ещё один программный продукт, разработанный силами студентов и преподавателей кафедры автоматики и вычислительной техники ВоГУ – дистанционный практикум по программированию и

смежным дисциплинам с системой автоматической проверки решений студентов [4]. Практикум размещён на сайте кафедры автоматике и вычислительной техники ВоГУ и доступен для всех желающих.

В процессе разработки практикума (более 10 лет назад) было принято правильное решение – воплотить пользовательский интерфейс на русском и английском языках с возможностью переключения между ними. Условия задач практикума также сформулированы на двух языках, а часть заданий сформулирована только на английском языке. Прежде чем приступить к решению такой задачи, студент должен абсолютно правильно понять её условие, иначе он будет решать неверно понятую задачу и система автоматической проверки не примет его решение.

При эксплуатации практикума выяснилось, что в пополнении банка задач могут принимать активное участие студенты. Так появилось ещё одно полезное практико-ориентированное задание по английскому языку – перевести текст задачи, которую планируется разместить в банке заданий практикума, на английский язык. При этом другие студенты должны правильно понять предлагаемое англоязычное условие и отправить на проверку решение, которое будет признано системой как верное. С помощью таких заданий развивается непосредственно речевая компетенция, а именно, способность строить и понимать законченные предложения на английском языке с активным и грамотным использованием профессиональной лексики.

В заключение представим ещё один программный продукт, который пока находится в состоянии тестовой эксплуатации, – веб-ресурс (сайт) для интенсивных индивидуальных тренировок по профессионально ориентированному английскому языку. Данный ресурс предназначен, в основном, для студентов, которые поступили в университет с недопустимо низким уровнем владения иностранным языком, при этом мотивированы к освоению языка и самостоятельному устранению имеющихся пробелов в знаниях [1]. В этой разработке, выполненной с помощью студентов выпускающей кафедры, реализован адаптивный алгоритм обучения, который поможет справиться с трудностями изучения языка в минимальные сроки.

Опыт эксплуатации представленного программного обеспечения доказал его эффективность в процессе развития англоязычной компетенции студентов ИТ-направлений. Важно отметить, что представленные программные средства являются хорошей поддержкой для преподавателей и студентов, но они не могут заменить традиционные, хорошо себя зарекомендовавшие, способы обучения. Только разумное сочетание различных средств и приёмов обучения приводит к успешному решению нелёгкой задачи развития англоязычной компетенции.

Список литературы:

1. Ржеуцкая, С.Ю., Харина М.В. Междисциплинарное взаимодействие в интегрированной информационной среде обучения технического вуза // *Открытое образование*. – 2017. – № 2. – С. 21-28.
2. Харина М.В. Модели развития иноязычной коммуникативной компетенции студентов технического вуза в интегрированной информационной обучающей среде. *Ярославский педагогический вестник. Том 2. Психолого-педагогические науки*. 2014. – № 4. – С.114-118.
3. Ржеуцкая, С.Ю., Мальцева Т.В. Программное обеспечение для формирования частотных словарей в процессе обучения английскому языку в техническом вузе // *Современные тенденции технических наук: материалы Международной заочной научной конференции*. - Уфа: Лето, 2013. - С. 14-16
4. Андрианов, И.А., Петров И.А., Ржеуцкая С.Ю. Архитектура электронного ресурса для обучения информационно-коммуникационным технологиям // *Вузовская наука – региону: материалы Всероссийской научной конференции*. – Вологда: ВоГУ, 2008. – С. 44-47.

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ ВИБРОПРЕССОВАННЫЕ ПЛИТЫ ПЕРЕКРЫТИЙ БЕЗОПАЛУБОЧНОГО ФОРМОВАНИЯ НА ОСНОВЕ МЕСТНОГО ЦЕМЕНТА И КЕРАМЗИТА

Хвастунов В.Л.

Д-р техн. наук, профессор ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», Пенза

Хвастунов А.В.

Канд. техн. наук, и.о. доцента ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», Пенза

Жуков А.В.

Магистрант ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», Пенза

Алимов Р.Г.

Магистрант ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», Пенза

Рассмотрены постановки задач по возрождению производства легкоостенных армированных конструкций на основе пористых заполнителей, описаны положительные свойства керамзитового гравия, позволяющие эффективно его использовать для снижения массы конструкций, например, плит перекрытий безопалубочного формования. Представлены результаты испытаний керамзитожелезобетонных плит перекрытий безопалубочного формования на прочность, жесткость и трещиностойкость.

Ключевые слова: эффективность, вибропрессование, плита перекрытия, цемент, керамзит, безопалубочное формование, прочность, жесткость, трещиностойкость.

HIGH PERFORMANCE VIBRO SLABS OF COLD FORMING ON THE BASIS OF LOCAL CEMENT AND EXPANDED CLAY

Khvastunov V.L.

Dr. Tech. Sci, professor of Penza State University Architecture and Construction, Penza

Khvastunov A.V.

Cand. Tech. Sci., acting assistant professor of Penza State University Architecture and Construction, Penza

Zhukov A.V.

Master student of Penza State University Architecture and Construction, Penza

Alimov R.G.

Master student of Penza State University Architecture and Construction, Penza

Considered setting targets for the revival of the production of thin-walled reinforced structures based on porous fillers described positive properties of expanded clay gravel, allowing effective use to reduce the weight of structures, such as slabs of cold forming. The results of tests of reinforced concrete expanded clay and slabs of formwork-free molding for strength, stiffness and fracture resistance are presented.

Keywords: efficiency, vibrocompression, floor slab, cement, expanded clay, formless forming, strength. Rigidity, crackresistance.

Важнейшим фактором повышения эффективности основных видов строительства в современных условиях является снижение материалоёмкости и массы строительных конструкций за счёт широкого внедрения легких бетонов с высокими показателями конструктивного качества.

Задачи резкого увеличения объемов строительства, сокращения сроков возведения зданий, повышения их теплозащиты могут быть решены только при использовании эффективных строительных материалов. Одним из важнейших направлений решения этих проблем является создание широкого спектра легких бетонов на качественных пористых заполнителях.

Во второй половине XX века в бывшем СССР керамзит послужил основой для развития индустриального домостроения, в результате чего были решены задачи значительного повышения объемов строительства, снижения трудозатрат и сокращения сроков возведения объектов. Это обусловлено тем, что керамзит обладает высокими строительно-техническими характеристиками: большой прочностью при малой плотности, низкой теплопроводностью ($\lambda = 0,099 - 0,14 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$), атмосфероустойчивостью, долговечностью.

Кроме этого керамзит, являясь экологичным, пожаробезопасным и долговечным материалом, обеспечивает высокую комфортность жилья и безопасность людей.

Таким образом, керамзит является уникальным материалом с широким разнообразием сфер применения, что обусловлено возможностью гибко варьировать его плотность, прочность, грансостав за счет огромного многообразия изделий, изготавливаемых на его основе.

Как известно, в бывшем СССР была создана мощная производственная база по выпуску керамзита, включающая к 1990 г. 352 завода, укомплектованная кадрами. В настоящее время, несмотря на трудности, керамзитовые заводы могут работать эффективно, прибыльно и

выпускать качественную продукцию, пользующуюся спросом. В Пензенской области эффективно работает Пачелмский завод керамзитового гравия, производящий керамзит фракций 5-10, 10-20, 20-40.

Важной задачей сегодняшнего дня является также получение заполнителей с высокой прочностью для расширения производства высокопрочных легких как конструкционных, так и конструкционно-теплоизоляционных бетонов.

Практика показала, что применение высокопрочных легких бетонов эффективно как для несущих конструкций гражданских, промышленных и сельскохозяйственных зданий, так и в специальных сооружениях различного назначения: гидротехнических, подземных, мостовых, ирригационных и др; особенно в случаях дефицита природного щебня, когда исключаются расходы на его доставку и дополнительное обогащение (добавочное дробление, фракционирование, мойка).

Применение легких бетонов на пористых заполнителях значительно снижает массу конструкций и приводит к уменьшению стоимости строительства в целом. По данным НИИСТРОМа, комплексное применение легкобетонных изделий в ограждающих и несущих конструкциях приводит к снижению к массе здания на 40%, уменьшению трудозатрат на 0,5 чел/дн. на 1 м² жилой площади и себестоимости строительно-монтажных работ – до 6%. В промышленном сельскохозяйственном и производственном строительстве вес конструкций снижается на 30-35%, а трудоемкость их изготовления уменьшается на 5-7%. Это было подтверждено также многочисленными исследованиями, проводившимися в Пензенском ИСИ и Пензенском ГУАС [1,2,3].

Прочность керамзитового гравия является одной из важнейших характеристик, определяющих физико-технические свойства бетона. Увеличение прочности керамзитового гравия на 0,1 МПа приводит к росту прочности бетона на 0,4-0,8 МПа.

Предварительно напряженные легкобетонные конструкции широко применяются при строительстве высотных зданий в США, Австралии, Англии, ФРГ, а также в мостостроении. В Японии построено около ста мостов с пролетом до 70 метров, в США построены мосты с пролетом до 105 метров, в Голландии – до 112 метров.

В нашей стране имеется ограниченный опыт применения высокопрочного керамзитобетона марки М300-М400 при строительстве автодорожных мостов, аэродромных покрытий, сборных плит для автомобильных дорог, что дает экономический эффект 12-15%.

Общий спад промышленного производства в стране нанес серьезный ущерб отрасли производства пористых заполнителей для бетона, в первую очередь керамзита. Сохранившиеся предприятия работают зачастую либо с пониженной производительностью, либо простаивают.

Для решения поставленных задач, а именно увеличение строительства жилья и ускорения темпов строительных работ необходимо определить базовые направления промышленности строительных материалов. Одним из таких направлений является широкое использование легких бетонов, пригодных для изготовления обширного ассортимента строительных изделий и конструкций, также для монолитного строительства. Основой для них служат пористые заполнители, среди которых важное место занимает керамзит. Многие десятилетия применения керамзита в народном хозяйстве, подтвердили его высокую технико-экономическую эффективность: на 20% сокращаются трудозатраты при возведении зданий, на 25% снижаются расходы металла, сокращается вес строительных элементов и всего здания, облегчаются фундаменты и несущие конструкции. Снижение общей стоимости достигает 6%.

Полувековой опыт эксплуатации различных зданий из керамзитобетона в нашей стране, а в США и Канаде он превышает 70 лет, подтвердил их высокую долговечность, экономичность, экологическую безопасность.

Подъем керамзитового производства, использование новых технических решений для получения качественного керамзитового гравия с необходимыми показателями – одна из важнейших задач сегодняшнего дня. Качественный керамзитовый гравий и песок дают возможность выпуска эффективных конструкций с необходимыми теплоизоляционными свойствами, получения высокопрочных легких бетонов, что обеспечит значительный вклад в решение задач повышения технико-экономического уровня строительства, ускорения сроков возведения здания, снижение трудозатрат, экологичность и безопасность среды обитания человека.

Предварительно напряженные железобетонные плиты перекрытий, изготовленные методом безопалубочного формования, находят все более широкое распространение в России. Испанские, немецкие, бельгийские, финские стендовые технологии производства железобетонных плит имеются практически в каждом регионе. Они отличаются высокой производительностью, отличным качеством изделий из высокопрочного тяжелого бетона и керамзитобетона марок 400-600 с низким содержанием арматурной стали. Очевидно, эти технологии будут находить все большее распространение при изготовлении не только плит, но и других длинномерных изделий – балок, перемычек, свай.

Плиты запроектированы как конструкции, не имеющие трещин по нормальным и наклонным сечениям при действии нормативных эксплуатационных нагрузок и в стадии изготовления, транспортировки и монтажа.

Производство плит с применением технологии безопалубочного формования на длинных стендах сопровождалось систематическим

контролем изменчивости расчетно-конструктивных параметров в процессе изготовления.

В данной статье приводятся результаты оценки стабильности параметров качества керамзитожелезобетонных плит, изготовленных методом безопалубочного формования на длинных стендах в ОАО «Пензенское управление строительства».

В соответствии с проведенными исследованиями на испытательном стенде ОАО «ПУС» были произведены испытания керамзитожелезобетонных многопустотных предварительно напряженных плит перекрытия 1ПК 48-12-8ЛП, 1ПК51-12-8ЛП, ПБ 72-12-8Л. Сведения о параметрах, испытания, прочности керамзитобетона в плитах, армировании плит, нагрузках при испытаниях на жесткость, трещиностойкость и прочность, допустимых прогибах приведены в таблице 1. В качестве исходных материалов для производства керамзитобетонной смеси использовались: портландцемент класса прочности 42,5 (ЦЕМ I 42,5 Н) ООО «Азия Цемент» Никольского района Пензенской области, керамзитовый гравий фракции 5-10 мм ОАО «Пачелмский керамзитовый завод» Пачелмского района Пензенской области, кварцевый песок с $M_k=2,3$, суперпластификатор С-3.

Испытания плит перекрытий проводились согласно ГОСТ 8829 «Изделия строительные железобетонные и бетонные заводского изготовления. Методы испытания нагружением. Правила оценки прочности, жесткости и трещиностойкости». Расчетные нагрузки для проверки прочности, жесткости и трещиностойкости были приняты согласно площадей плит и равномерно распределенной нагрузке (800 кг/см^2). Контрольная нагрузка по проверке жесткости и трещиностойкости каждой плиты приведена в таблице 1. Контрольные нагрузки по проверке прочности приведены при коэффициенте безопасности $C=1,4$ и $C=1,6$.

Загружение плит при испытании осуществлялось тарированными штучными грузами – бетонными блоками ступенями в соответствии с ГОСТ 8829, каждая из которых составляла 10-20% контрольной нагрузки по проверке жесткости и трещиностойкости и 10% контрольной нагрузки по прочности. Нагрузка прикладывалась равномерно по поверхности плиты перекрытия долями с выдержкой не менее 10 минут. После каждой ступени нагружения замерялся прогиб, осадка опор и фиксировалось наличие трещин на нижней и боковых гранях плиты. Прогиб и осадка опор измерялись прогибомерами и индикаторами часового типа с ценой деления 0,01 мм, а ширина раскрытия трещин замерялась микроскопом МПБ-2 с ценой деления 0,05 мм.

По достижению нагрузки по проверке жесткости и трещиностойкости плита перекрытия выдерживалась под контрольной нагрузкой согласно ГОСТ 8829 в течении 30 минут.

Таблица 1

Результаты испытания керамзитожелезобетонных предварительно напряженных пустотных плит перекрытий

№ п\п	Наименование показателей	Плиты из керамзитобетона, № плиты				
		1ПК 48-12-8ЛП №449	1ПК 51-12-8ЛП №	ПБ 2.2.60-15-8Л №1173	ПБ 2.2.60-15-8Л №1172	ПБ 72-12-8Л №2947
1	Прочность керамзитобетона, $R_{сж}^{28}, \frac{кгс}{см^2}$	420	420	456	456	420
2	Армирование плит	5Ø12 А-IIIв	6 Ø14 А-IIIв	8Ø9 К-7+6Ø5 ВрII	8Ø9 К-7+6Ø5 ВрII	-
3	Нагрузка, кг, при С=1	3271	3497	5998	5998	5685
	С=1,4	7087	7540	11727	11727	10860
	С=1,6	8287	8816	13830	13830	12769
4	Допустимый прогиб, мм при С=1	8,5	9,6	11	11	21
5	Фактические прогибы, мм, при С=1	7	5	8,1	7,5	9,5
	С=1,4	17	11	22,0	16,2	39,5
	С=1,6	19	13	43,0	29,0	58,0
6	Появление трещин шириной раскрытия 0,1-0,2 мм при нагрузке, кг	6150	8816	11685	11780	10140

Результаты испытаний керамзитожелезобетонных плит перекрытий 1ПК 48-12-8ЛП, 1ПК 51-12-8ЛП, ПБ 2.2-60-15-8Л, ПБ72-12-8Л приведены в таблице 1. Они свидетельствуют о том, что при суммарной контрольной нагрузке на каждую плиту перекрытия, что соответствует равномерно распределенной нагрузке 800 кг/м^2 (без учета собственного веса плиты) по прогибам, трещиностойкости и прочности испытываемые плиты перекрытий 1ПК 48-12-8ЛП, 1ПК 51-12-8ЛП, ПБ 2.2-60-15-8Л, ПБ72-12-8Л выдержали испытание на жесткость, трещиностойкость и прочность. При испытаниях на прочность керамзитожелезобетонных плит перекрытий при контрольных нагрузках, соответствующим С=1,4 и С=1,6 (таблица 1) не наблюдалось разрушения плит даже при длительном приложении нагрузки (24-48 часов). Таким образом, керамзитожелезобетонные многпустотные предварительно напряженные плиты перекрытий 1ПК 48-12-8ЛП, 1ПК 51-12-8ЛП, ПБ 2.2-60-15-8Л, ПБ72-12-8Л выдержали испытания по проверке жесткости, прочности и трещиностойкости.

Список литературы:

1. *Иванов И.А., Хвастунов В.Л. и др. Коровник из керамзитобетонных конструкций. Журнал «Сельское строительство», 1979, №2.*
2. *Хвастунов В.Л., Хвастунов А.В., Пауск. Прочностные и деформационные характеристики высокопрочных бетонов и фибробетонов с низким удельным расходом цемента на единицу прочности/ Журнал «Региональная архитектура и строительство», 2014г, №4.*
3. *Хвастунов В.Л., Калашиников, В. И. Хвастунов, А.В, Пауск, В.В. Параметры водопоглощения и пористости порошково-активированного высокопрочного бетона с низким удельным расходом цемента на единицу прочности/ Журнал «Региональная архитектура и строительство», 2014г, №4.*

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА КОМПОНЕНТОВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ПОДВОДНЫМ РОБОТОМ С ФУНКЦИЕЙ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ

Хромцова Н.А.

Канд. техн. наук, доцент ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет», Вологда

Гресев А.А.

*Студент ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет»,
Вологда*

Подробно описана структурная схема подводного робота с функцией видеонаблюдения, разработанная с учетом природных условий и параметров эксплуатации. Дано подробное обоснование выбора двигателей на основании расчетной мощности, необходимой для вращения винтов подводного робота. Выполнен расчет максимальной площади поверхности, которую может исследовать робот на максимальной рабочей глубине. Решен вопрос с источниками питания робота, а именно, рекомендуется использовать два различных источника питания, каждый из которых будет подключен к своей части подводного робота.

Ключевые слова: подводный робот, веб-камера, светодиодное кольцо, скорость робота, винтовая тяга.

JUSTIFICATION OF THE CHOICE OF COMPONENTS FOR ENSURING THE MOVEMENT AND CONTROL OF THE UNDERWATER ROBOT WITH VIDEO SURVEILLANCE FUNCTION

Hromtsova N.A.

Cand. Tech. Sci., assistant professor of Vologda State University, Vologda

Gresev A.A.

Student of Vologda State University, Vologda

The block diagram of the underwater robot with video surveillance function developed taking into account an environment and parameters of operation is in detail described. Detailed justification of the choice of engines on the basis of the settlement power necessary for rotation of screws of the underwater robot is given. Calculation of the maximum surface area which the robot at the

maximum working depth can investigate is executed. The issue with robot power supplies is resolved, namely, it is recommended to use two various power supplies, each of which will be connected to the part of the underwater robot.

Keywords: underwater robot, webcam, LED ring, robot speed, screw draft.

Подводный робот с функцией видеонаблюдения предназначен для эксплуатации в пресноводных водоёмах Северо-Западного региона нашей страны с плотностью воды 1 г/см^3 (или 1000 кг/м^3). Значение плотности меняется в зависимости от температуры воздуха: с повышением температуры воздуха – плотность воды понижается, а с понижением температуры воздуха – повышается. Благодаря особенностям сравнительно крупных водоёмов, которые практически никогда не промерзают до дна, придонные воды могут сохранять круглогодично свою температуру на уровне $+4^\circ\text{C}$, которая и определяет наибольшую плотность воды, поэтому робот должен стабильно работать при температуре до $+4^\circ\text{C}$. Максимальные глубины водоёмов Северо-Западного региона достигают 30 метров, поэтому подводный аппарат должен выдерживать давление до 3 атмосфер.

Перемещение робота в пространстве в трёх плоскостях обеспечивают гребные винты, приводимые в движение двигателями постоянного тока (ДПТ). Винты закрепляются стационарно так, чтобы создаваемая ими прямая и реверсные тяги позволяли перемещать робота в заданной плоскости.

Соединение робота с рабочим местом оператора обеспечивает Ethernet-кабель типа «витая пара» разъемом RJ - 45. Управление роботом происходит с помощью джойстика, подключенного к компьютеру оператора или графического интерфейса, управление камерой осуществляется через графический интерфейс.

Четкость передаваемого изображения обеспечивает веб-камера с подключением по типу USB 2.0, с разрешением не ниже 1280×720 и с частотой не менее 30 кадров в секунду.

В соответствии с условиями и требуемыми параметрами эксплуатации была разработана структурная схема подводного робота, в которой применено раздельное питание для двигателей и управляющего компьютера Raspberry Pi 2 Model B V1.1[1]/

Компьютер оператора имеет свой источник питания – штатную аккумуляторную батарею и соединен с ARM компьютера кабелем типа «витая пара» через разъем RJ - 45.

Управление двигателями происходит с помощью драйверов, установленных на микросхеме L298N. Управляющие сигналы на драйверы поступают с GPIO (general-purpose input/output -интерфейс ввода/вывода общего назначения)[2].

Для условий с плохой видимостью предусмотрено светодиодное кольцо диаметром 110 мм, включение и выключение которого происходит также при помощи драйвера на микросхеме L298N.

Видеосъемка осуществляется веб-камерой, которая подключается к Raspberry Pi через USB-порт.

Для контроля давления внутри корпуса используется датчик давления. Трехмерная модель робота представлена на рисунке 1.

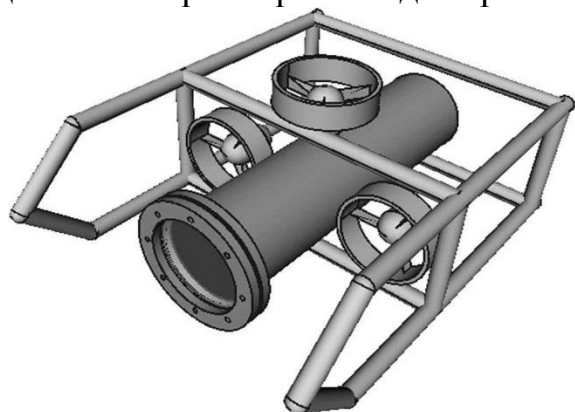


Рисунок 1–Трехмерная модель робота

Подводный робот представляет фермерную конструкцию, внутри которой расположен герметичный сосуд с иллюминатором и три двигателя. Два двигателя обеспечивают повороты робота и его движение вперед – назад, еще один двигатель обеспечивает изменение глубины погружения.

В герметичном сосуде находятся ARM компьютер RaspberryPi 2 Model B V1.1, кронштейн для веб-камеры, аккумуляторы питания компьютера и двигателей и светодиодное кольцо, которое установлено по внутренней окружности иллюминатора и предназначено для использования в ночное время или в местах, где отсутствует естественное освещение.

Выбор двигателей производился на основании расчетной мощности, необходимой для вращения гребных винтов. Диаметр и шаг винта являются важнейшими параметрами, от которых зависит степень использования мощности двигателя, а, следовательно, и возможность достижения наибольшей скорости робота. При движении корпус робота увлекает за собой воду, создавая попутный поток, поэтому действительная скорость встречи винта с водой V_A всегда несколько меньше, чем фактическая скорость робота V [3].

При определении скорости перемещения робота с учетом его обтекаемости учитывается коэффициент попутного потока, который выбирается из номограммы [4].

Так как проектируемый робот не предназначен для скоростного передвижения, но должен активно и своевременно изменять свое положение в пространстве, то коэффициент попутного потока взят для тихоходных устройств любых обводов равным 0,15.

При расчете тяги, создаваемой винтом, учитывается наибольший возможный коэффициент полезного действия винта, который выбирается из диаграммы [4].

При выборе шагового отношения H/D можно руководствоваться следующими рекомендациями: для легких быстроходных лодок требуются

винты с большим шагом или шаговым отношением H/D , для тяжелых и тихоходных – с меньшим. При обычно применяемых двигателях с номинальной частотой вращения 1500–5000 об./мин. оптимальное шаговое отношение H/D составляет: для гоночных мотолодок и глиссеров – 0,9–1,5; легких прогулочных катеров – 0,8–1,2; для водоизмещающих катеров – $0,6\div 3$ –1,0 и очень тяжелых тихоходных катеров – $0,55\div 0,80$ [5]/

Так как подводный робот относится к тихоходным плавающим средствам, то в расчетах принимается соотношение H/D равно 0,80.

Так как у робота два винта работающие на погружение/всплытие, то в сумме создаваемая ими тяга должна быть больше выталкивающей силы. Расчеты показали, что для того чтобы добиться общей тяги в 10 кг, каждый двигатель должен создавать тягу в 5 кг, а для этого необходимы два двигателя мощностью 30 Вт каждый.

В ходе проектирования робота выполнен расчет максимальной площади поверхности, которую может исследовать робот на максимальной рабочей глубине 30 метров. При длине кабеля 50 метров максимальное расстояние, которое пройдет робот на максимальной глубине составляет 40 метров, а площадь исследуемого дна составит 5024 м². При такой длине кабеля погружение робота можно проводить как с плавающего судна, так и с берега.

При проектировании робота помимо основного набора компонентов необходимо было решить вопрос с источниками питания робота. Задача осложнялась тем, что компьютер Raspberry Pi требует для работы напряжение 5 вольт, а для двигателей необходимо напряжение 7-12 вольт, поэтому было принято решение использовать два различных источника питания, каждый из которых будет подключен к своей части робота.

Для питания RaspberryPi был выбран повербанк (powerbank) – мобильное, автономное зарядное устройство, оснащённое встроенным аккумулятором сравнительно большой ёмкости, которое при заданных параметрах может работать непрерывно 16 часов.

Для ДПТ планируется использовать свинцово-кислотные аккумуляторы типа VRLA, герметизированные, необслуживаемые, с системой рекомбинации газов.

Список литературы:

1. *Наука сегодня: глобальные вызовы и механизмы развития [Текст]: материалы международной научно-практической конференции, г. Вологда, 26 апреля 2017 г.: в 2 частях. Часть 1.* – Вологда: ООО «Маркер», 2017. – 104 с.
2. *GPIO [Электронный ресурс]* - <https://ru.wikipedia.org/wiki/GPIO>
3. Н. Б. Проскурина, Н. С. Сенюшкин, А. В. Суханов, Р. Р. Ямалиев *Инженерная методика определения упора гребного винта Вестник УГАТУ Т. 15, No 1 (41).стр. 44 Уфа : УГАТУ, 2011.*
4. Л. Кривоносов, *Расчеты и чертежи в любительском судостроении.* 1964.
5. Г.М.Новак *Справочник по катерам, лодкам и моторам* – Л.: Судостроение, 1982.

НАТУРНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ЖИЛЫХ ДОМОВ ПЕНЗЕНСКОГО СОВХОЗА-ТЕХНИКУМА

Чичкин А.Ф.

Канд. техн. наук, доцент ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», Пенза

Хрянина О.В.

Канд. техн. наук, доцент ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», Пенза

Рассматриваются результаты натурного обследования фактического состояния несущих и ограждающих конструкций жилых домов Пензенского совхоза-техникума. Выявлены основные причины появления деформаций в продольных и поперечных наружных стенах и в лестничных пролетах зданий. Установлено, что физический износ зданий не превышает 40% и общее состояние зданий признается удовлетворительным. Все основные элементы зданий пригодны для эксплуатации. Даны рекомендации по устранению и наблюдению за дальнейшим развитием деформаций зданий.

Ключевые слова: обследование, эксплуатация, неравномерные деформации основания, деформации конструкций, физический и моральный износ, текущий ремонт.

FULL-SCALE SURVEY OF RESIDENTIAL BUILDINGS OF THE PENZA STATE FARM-TECHNICAL SCHOOL

Chichkin A.F.

Cand. Tech. Sci., Associate Professor of Penza State University of Architecture and Construction, Penza

Hryanina O.V.

Cand. Tech. Sci., Associate Professor of Penza State University of Architecture and Construction, Penza

The results of a full-scale survey of the actual condition of load-bearing and enclosing structures of residential buildings of the Penza State Farm-Technical School are considered. The main causes of the appearance of deformations in the longitudinal and transverse outer walls and in the stairwells of buildings are revealed. It is established that the physical wear of buildings does not exceed 40% and the general condition of buildings is considered satisfactory. All the main building elements are suitable for operation. Recommendations are given for eliminating and monitoring the further development of deformations in buildings.

Keywords: full-scale survey, operation, uneven deformation of the base, deformation of structures, physical and moral wear, maintenance.

Целью обследования являлось выявление фактического состояния несущих и ограждающих конструкции зданий жилых домов Пензенского совхоза-техникума в настоящее время.

Основанием для проведения обследования послужили следующие причины: наличие дефектов и повреждений конструкций, которые могут снизить прочностные, деформативные характеристики конструкций и ухудшить эксплуатационное состояние здания в целом; деформации грунтовых оснований, необходимость контроля и оценки за состоянием конструкций зданий и сооружений, расположенных в зоне влияния вновь строящихся объектов.

Обследуемые жилые дома №48 и №49 совхоза-техникума расположены на склоне долины ручья "Веселый Дунай". Естественный рельеф склона частично нарушен деятельностью человека, подрезан и спланирован. Относительная разность отметок природной поверхности по склону между домами 48 и 49 достигает 7-8 м. Склон до домов, между домами и ниже задернован, поросший деревьями и кустарником. Следов естественных смещений (оползней) грунтовых масс по склону не наблюдается.

В геологическом строении района расположения жилых домов принимают участие четвертичные аллювиальные отложения, отложения верхней и нижней зон маастрихтского яруса верхнего отдела меловой системы и сызранские слои нижней свиты палеогена [1, 2, 3]. В верхней части эти отложения выветрелые.

С поверхности склона залегают насыпной и почвенно-растительный слои. Насыпной слой представлен глинистой почвой с редкими обломками кирпича. По степени морозоопасности эти грунты – сильнопучинистые.

Четвертичные аллювиальные отложения представлены глиной коричневатой-серой, ожелезненной.

Аллювиальные отложения, развитые по породам палеогена, представлены, суглинком зеленовато-коричневатой-серой, ожелезненной и щебенистым грунтом.

Аллювиальные отложения, развитые по породам верхнего мела, представлены в верхней части – суглинком зеленовато-коричневым, слюдистым, в нижней части – глиной коричневатой-зеленовато-серой, участками с прослоями щебня местного песчаника.

Коренные отложения маастрихтского яруса верхнего мела представлены глиной темно-серой, слюдистой, известковистой.

Подземные воды при инженерных изысканиях встречены на глубине 9,0÷14,0 м от поверхности. На отдельных участках встречаются подземные воды типа "верховодка". Образование "верховодок" происходит за счёт утечек воды из подземных коммуникаций, а также за счёт инфильтрации

атмосферных осадков в период снеготаяния и затяжных дождей. Геологическое строение площадки весьма благоприятно для образования "верховодки" [4].

Расположение жилых домов поперёк склона препятствует естественному природному движению подземных вод по склону и способствует скоплению их с северной стороны зданий в весенний период и осенью.

Грунтами основания жилых домов служат глины аллювиальные, тугопластичные с показателем текучести $I_L=0,36$. Согласно лабораторным испытаниям просадочными и набухающими свойствами эти глины не обладают. По степени морозоопасности относятся к слабопучинистым грунтам. Прочностные характеристики грунта по данным испытаний достаточно высокие: угол внутреннего трения $18,0^\circ$, а удельное сцепление 34 кПа. Испытания на сжимаемость показали, что данные грунты относятся к среднесжимаемым: модуль деформации 16 МПа.

Практика проектирования жилых домов серии 447 (дома 48, 49) показывает, что среднее давление под подошвой фундаментов у них не превышает 200 кПа. Расчётное сопротивление грунта, определяемое по известной формуле СП 22.13330.2011 равно $R=300$ кПа. Таким образом, проверка напряжений по подошве фундаментов показала, что прочностные свойства грунта достаточны для нормальной эксплуатации зданий в соответствии с требованиями СП 22.13330.2011.

Результаты обследования. Жилые дома 48, 49 Пензенского совхоза-техникума представляют собой пятиэтажные кирпичные здания, выполненные из силикатного кирпича. Дом 48 имеет с южной стороны цокольный этаж на половину ширины здания вниз по склону. Перекрытия в домах сборные железобетонные из пустотных плит, перекрытия в цокольном этаже дома 48 по деревянным балкам. Здания с продольными несущими стенами. Жилой дом 48 в средней части здания, имеет подвал, а с торцов – встроенные магазины. Кровля зданий - совмещённая, рулонная с неорганизованным водоотводом. Здания двухсекционные, выполненные по серии 447-С с двумя лестничными клетками. Окна и двери деревянные.

Для обеспечения технической возможности использования здания по назначению оно должно обладать соответствующей надёжностью. После возведения здания и пуска его в эксплуатацию надёжность должна обеспечиваться правильной эксплуатацией и ремонтом. В процессе эксплуатации здание подвергается износу. Различают износ физический и моральный. Физический износ заключается в ухудшении технических качеств и состояния конструктивных элементов. Моральный износ подразумевает достижение такого состояния, при котором здание перестаёт соответствовать своему функциональному назначению.

По результатам визуального обследования технического состояния несущих и ограждающих конструкций зданий жилых домов 48 и 49

Пензенского совхоза-техникума общее техническое состояние зданий удовлетворительное [5]. Все конструктивные элементы в целом пригодны для эксплуатации, но требуется некоторый капитальный ремонт. Физический износ составляет от 21 до 40%.

Согласно ВСН 58-88(р) «Положение об организации и проведении реконструкции, ремонта и технического обслуживания зданий, объектов коммунального и социально-культурного назначения» жилые дома каменные обыкновенные отнесены ко II группе капитальности, срок службы которых установлен ориентировочно в 125 лет. Важным фактором поддержания физической долговечности зданий является соблюдение сроков проведения планово-предупредительных ремонтов - текущих и капитальных. Текущий ремонт проводится раз в три года, капитальный - раз в 25 лет (по нормам).

Результаты визуального осмотра представлены на рис. 1-4. Показано расположение наиболее существенных трещин, их примерное направление и ширина раскрытия в миллиметрах. Трещины с шириной раскрытия менее 1 мм не показаны.

На рис. 1 показаны, трещины главного фасада дома 49. Трещины проходят почти вертикально вблизи лестничных клеток и границ подвала под средней частью здания. Ширина раскрытия трещин до 4 мм. Возможной причиной их образования является наличие подвала под средней частью здания, различная глубина заложения подошвы фундаментов по длине дома, расположение подошв фундаментов в различных грунтовых слоях, замачивание грунтов основания.

Из рис. 2, 3 видно, что трещины расположены в юго-восточном углу здания, ширина раскрытия до 3 мм, этот угол здания имеет большую осадку, чем остальная часть дома. Возможной причиной появления этих трещин может быть перегрузка восточной торцевой стены, наличие более слабого прослойка грунта под этим углом здания, влияние забивки свай при строительстве нового жилого дома поблизости.



Рисунок 1 – Дом 49. Трещины стены главного фасада

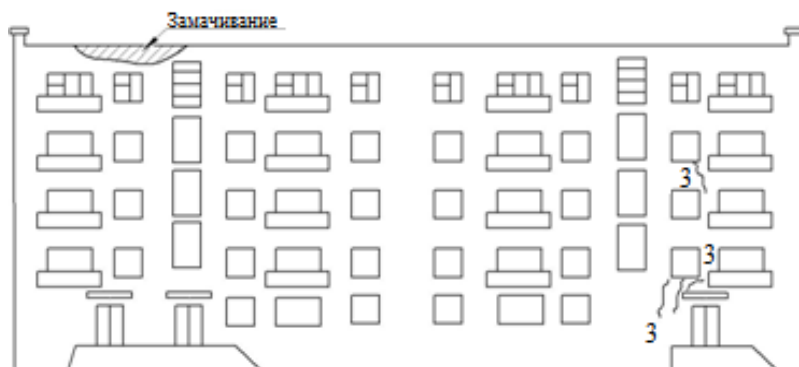


Рисунок 2 – Дом 49. Трещины стены дворового фасада



Рисунок 3 – Дом 49. Трещины стен западного и восточного торцов здания

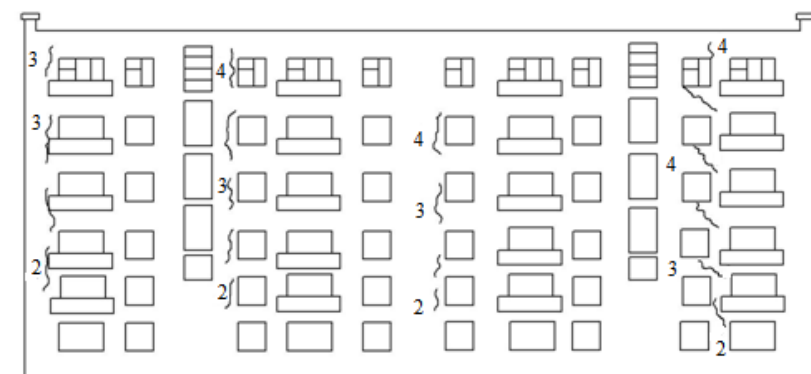


Рисунок 4 – Дом 48. Трещины стены дворового фасада

Наибольшее развитие получили трещины в западной торцевой стене здания с шириной раскрытия до 5 мм и наибольшей густотой их расположения. Причинами их образования могут быть наличие более слабого грунта под этой частью здания, оползневые подвижки грунта, замачивание грунта, динамические воздействия от автотранспорта, обслуживающего магазин, различная глубина заложения подошв фундаментов.

Дом 48 деформируется несколько меньше дома 49. Наибольшее количество трещин расположено на стене дворового фасада здания. Остальные стены имеют трещины с шириной раскрытия 2-3 мм на отдельных участках стен. Трещины стены дворового фасада (рис. 4)

проходят в основном по швам кладки, имеют ширину раскрытия до 4 мм, расположены большей частью, вертикально и только в восточной стороне стены имеются наклонные трещины. Вид трещин, их расположение, прохождение по швам кладки говорит о достаточно хорошем состоянии кладки, с незначительным снижением её прочности.

Согласно классификации деформаций по степени повреждения несущих конструкций трещины обследованных жилых домов 48 и 49 совхоза-техникума полностью подходят под категорию:

- деформации, не нарушающие нормальной работы здания;
- внешние признаки категории деформаций: повреждение несущих конструкций (в основном распространены волосные трещины на стенах, ряд трещин до $3 \div 5$ мм, отдельные трещины до $8 \div 10$ мм).

По наружным стенам зданий имеются участки, где происходило замачивание кладки вследствие протечек из-за нарушения кровли (рис. 2), замачивание за счёт стока вод с балкона второго этажа в связи с наклоном балконной плиты к зданию. Карнизы парапетов торцовых стен разрушены на 1-2 ряда кирпичной кладки у обоих, домов.

В процессе длительной эксплуатации жилых домов 48 и 49 Пензенского совхоза-техникума в конструкциях здания появились трещины с шириной раскрытия до 5 мм, проходящие в основном вертикально по швам кладки. Трещины расположены в продольных и поперечных наружных стенах зданий, в лестничных клетках. Деформаций других конструктивных элементов визуально не зафиксировано. В соответствии с положением о проведении планово-предупредительного ремонта жилых и общественных зданий физический износ зданий не превышает 40% и общее состояние зданий признается удовлетворительным. Все основные элементы зданий пригодны для эксплуатации.

Основными причинами появления деформаций в стенах зданий являются неодинаковая сжимаемость грунтов основания, расположение здания на откосе, замачивание грунтов основания, неодинаковая глубина заложения подошвы, фундаментов, динамические воздействия от движения автотранспорта и забивки свай поблизости, наличие дополнительного цокольного этажа на половину дома, наличие подвала под частью дома.

Деревянные элементы (окна, двери) к настоящему времени рассохлись, т.к. были выполнены из сырого материала, и неплотно закрываются, вызывая дополнительные нарекания жильцов.

Для наблюдения за дальнейшим развитием деформации зданий рекомендуем на трещины с шириной раскрытия 4-5 мм поставить маяки и по ним наблюдать, за динамикой развития трещин (растут, дышат).

Зданиям жилых домов необходим текущий ремонт - восстановление карнизов и парапетов, заделка трещин, ремонт кровли и т.д.

Список литературы:

1. Кошкина Н.В., Хрянина О.В., Ахrameев А.В. Инженерно-геологические особенности глинистых грунтов территории Сурской оросительно-обводнительной системы//Актуальные проблемы современного фундаментостроения с учетом энергосберегающих технологий: материалы IV Всероссийской науч.-практ. конф. Пенза: Изд-во Пенз. госуд. ун-та арх-ры и строит-ва, 2014. с.51-53. ISBN 978-5-9282-1217-9.
2. Хрянина О.В., Ахrameев А.В., Золотов С.Н., Колесниченко А.В. Генезис глинистых грунтов территории застройки г. Пензы//Актуальные проблемы современного фундаментостроения с учетом энергосберегающих технологий: материалы V Всероссийской науч.-практ. конф. Пенза: Изд-во Пенз. госуд. ун-та арх-ры и строит-ва, 2014. с. 62-65. ISBN 978-5-9282-1216-2.
3. Кошкина Н.В., Хрянина О.В., Астафьев М.В. Инженерно-геологическая оценка четвертичных отложений Пензенского региона//Актуальные проблемы современного фундаментостроения с учетом энергосберегающих технологий: материалы IV Всероссийской науч.-практ. конф. Пенза: Изд-во Пенз. госуд. ун-та арх-ры и строит-ва, 2014. с.53-56. ISBN 978-5-9282-1217-9.
4. Кошкина Н.В., Хрянина О.В., Астафьев М.В., Резник А.А. Проблемы формирования грунтовых вод на застраиваемых территориях//Актуальные проблемы современного фундаментостроения с учетом энергосберегающих технологий: материалы V Всероссийской науч.-практ. конф. Пенза: Изд-во Пенз. госуд. ун-та арх-ры и строит-ва, 2014. с.38-40.
5. Шейн А.И., Бакушев С.В., Зернов В.В., Зайцев М.Б. Опыт обследования зданий и сооружений. Моделирование и механика конструкций. 2017. № 5. С. 16.

АДАПТИВНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ

Харина М.В.

*Ассистент ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет»,
Вологда*

Кузьмин Д.В.

*Студент ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет»,
Вологда*

Раскрыта проблема разницы в уровне языка у поступающих в ВУЗы, а также проблема важности знания иностранного языка для успешной профессиональной деятельности технических специалистов. Описание теста в индивидуальном тренажёре Foreign Dimension, позволяющим разделить студентов на группы; индивидуальных образовательных траекторий для последующего обучения студентов.

Ключевые слова: образовательная траектория, кластер, уровень, ИТ, индивидуальный тренажёр.

ADAPTIVE FOREIGN LANGUAGE SYSTEM FOR SELF- EDUCATING

Harina M.V.

Assistant of Vologda State University, Vologda

Kuzmin D.V.

Student of Vologda State University, Vologda

Aknowledging the problem of difference in the level of ability to communicate using a foreign language for people applying to universities. Aknowledging the problem of importance of the foreign language for a successful career for professionals with education in a technical field. Description of the test of the personal training program «Foreign dimension» that allows to divide students into groups, description of the personal educational trajectories for teaching the students in the future.

Educational trajectory, cluster, level, IT, personal training program

Студенты технических направлений, как правило, заинтересованы в изучении иностранного, чаще всего, английского, языка. Согласно результатам опросов и анкетирования первокурсников, большинство из них прекрасно понимает, что знание иностранного языка поможет им в освоении основной профессии, многие мечтают о зарубежных поездках, хотят

расширить границы своего общения в сети Интернет, желают слушать в оригинале свои любимые произведения и т.д.

Тем не менее, несмотря на хорошую мотивацию, некоторая часть студентов-первокурсников сталкивается с серьёзными трудностями при изучении дисциплины «Иностранный язык». Основная причина возникающих проблем – слабая подготовка по иностранному языку в школе, которая не заложила прочной основы для дальнейшего продвижения в рамках профессионально-ориентированного вузовского курса иностранного языка. Такие студенты должны самостоятельно восполнить имеющиеся пробелы в своей иноязычной подготовке и «догнать» своих товарищей по группе, которые лучше их освоили язык в школе. Конечно, преподаватель иностранного языка должен помочь отстающим студентам и направить их усилия в нужном направлении.

Есть среди студентов-первокурсников и такие, которые имеют очень хороший стартовый уровень владения языком, например, окончили школу с углублённым изучением иностранного языка. Они могут осваивать новый материал на более высоком уровне, поэтому к ним также требуется индивидуальный подход, чтобы не допустить потерю интереса к занятиям.

Таким образом, перед преподавателями иностранного языка для технических направлений стоит далеко не простая задача – обеспечить индивидуальное продвижение каждого студента в изучении языка с учётом имеющегося уровня языковой подготовки. В решении этой задачи существенную помощь могут оказать современные информационно-коммуникационные технологии. Практика показала, что в организации эффективного электронного обучения иностранному языку большую поддержку студентам могут оказать выпускающие кафедры и, особенно, кафедры, непосредственно связанные с информационными технологиями.

Кафедра автоматики и вычислительной техники выполняет подготовку бакалавров и магистров по трём «компьютерным» направлениям. Владение английским языком требуется студентам при изучении большинства профильных дисциплин (например, при изучении программирования с первого курса используются англоязычные средства разработки программ). В этой связи, на кафедре уже наработан определённый опыт взаимодействия с кафедрой иностранных языков для технических направлений. Силами студентов разработан ряд программных продуктов, поддерживающих электронное обучение иностранному языку [1].

В данной статье представлена одна из таких разработок дистанционный тренажёр Foreign Dimension - сайт для индивидуального адаптивного обучения иностранным языкам студентов технических направлений с различным уровнем подготовки. На данный момент сайт реализован в минимальной функциональности (линейное продвижение по

уровням владения языком). На рис. 1 представлен внешний вид сайта в процессе выполнения упражнений.

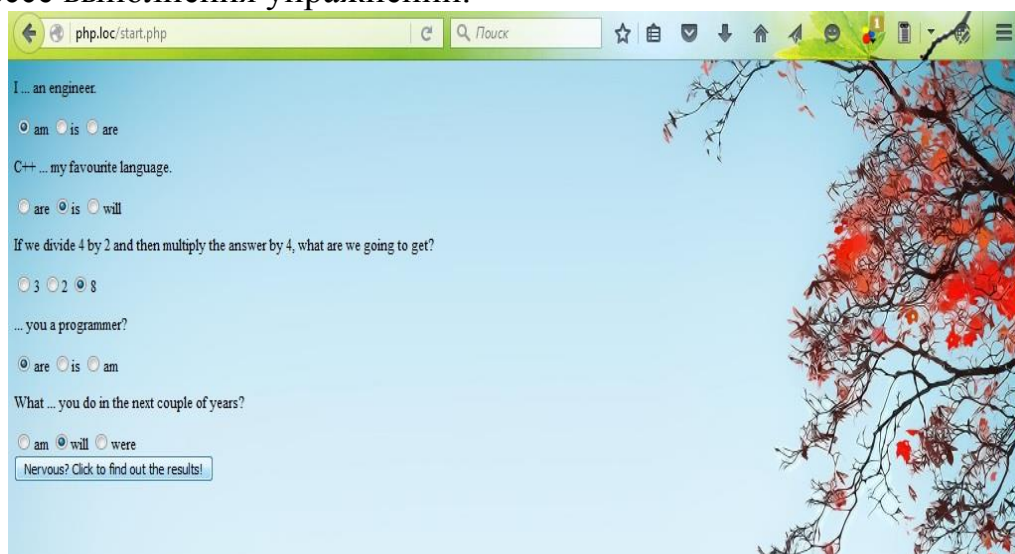


Рисунок 1 – Внешний вид сайта Foreign Dimension

В настоящий момент сайт находится в состоянии существенной доработки. В статье рассмотрим основные принципиальные моменты, реализация которых позволит сделать процесс обучения адаптивным по отношению к уровню подготовки и возможностям обучающихся.

Данный тренажёр предназначен для повышения эффективности самостоятельной работы студентов, которые, последовательно проходя уровни обучения, имеют возможность с помощью тестов узнать результаты своего обучения, а также получить набор обучающих материалов (в том числе и теоретических), позволяющий им продвигаться в изучении языка. Иными словами, программа должна вычислить слабые места студента и предоставить обучающие материалы для отработки непонятых аспектов языка.

В начале работы с тренажёром каждый желающий проходит входной тест. По итогам теста программа определяет уровень студента, используя международную классификацию уровней владения языком, в соответствии с которой возможными стартовыми уровнями для начала обучения являются A1 (уровень выживания), A2 (предпороговый уровень), B1 (пороговый уровень), B2 (пороговый продвинутый уровень). Если студент имеет уровни свободного владения языком C1 или C2, то обучение на сайте ему, конечно, не требуется (среди студентов ВоГУ такие уровни встречаются крайне редко).

Первокурсники, закончившие школу или другое учреждение среднего образования, должны уже иметь уровень B1 или B2, а к концу прохождения курса иностранного языка – уровень B2, подкреплённый уверенными навыками профессионального общения на иностранном языке. К сожалению, больше половины из первокурсников в начале обучения показывают компетенции на уровне A2, для них сайт предоставляет

прекрасную возможность устранить пробелы в знании языка и догнать более продвинутых товарищей по группе.

Не так часто, но встречается даже уровень выживания A1 – такие отстающие студенты должны пройти длинный путь освоения языка, и обучение на сайте в индивидуальном темпе поможет им не опустить руки и преодолеть неуверенность в своих силах. И даже самые продвинутые, имеющие уровень B2, могут получить на сайте новые навыки, освоив типовые ситуации профессионального иноязычного общения.

В данном проекте важную роль играет понятие образовательной траектории. Индивидуальная образовательная траектория – персональный путь реализации личностного потенциала каждого обучающегося в образовании. В адаптивных системах электронного обучения образовательная траектория обычно представляет собой последовательность элементарных учебных единиц (УЕ), которая составляется отдельно для каждого обучающегося по результатам входного теста и может быть подвергнута корректировке в процессе обучения. В нашем случае в качестве УЕ могут выступать порции теоретического материала, тексты по специальности на иностранном языке, упражнения, промежуточные и итоговые тесты.

Задачу построения индивидуальной образовательной траектории позволяет реализовать алгоритм, распределяющий пользователей по их уровню владения языком, на группы (кластеры) [2]. В данной статье удобней представить его в словесной форме. Результаты прохождения входного теста сохраняются в базе данных. Тест составлен таким образом, что определённое количество тестовых заданий направлено на определение той или иной слабости в знании языка. По результатам теста подсчитывается процент правильных ответов по каждой группе тестовых заданий и по тесту в целом.

Исходя из набранного процентного показателя по всему тесту, определяется общий уровень владения языком (A1, A2, B1 или B2), который сообщается студенту. Исходя из результатов по каждой группе тестовых заданий отдельно, выделяются те разделы обучения, которые не освоены должным образом. По этим данным и строится индивидуальная образовательная траектория, т.е. подбирается такая последовательность учебных единиц, которые относятся к темам, неудовлетворительно усвоенным студентом, и к тому уровню, на котором он должен пройти обучение.

В конце каждого уровня обучения студент проходит тест, по результатам которого он может перейти на следующий уровень или получить дополнительные УЕ в рамках прежнего уровня, если результаты теста по каким-либо темам неудовлетворительные.

Все УЕ хранятся в базе данных, их состав можно пополнять в процессе эксплуатации сайта. Обучающий контент сайта пока не сформирован в полной мере, эта задача решается параллельно с реализацией сайта.

Пока сайт эксплуатировался только в демонстрационном режиме, при этом было отмечено удобство его использования и привлекательность для студентов, мотивированных к изучению иностранного языка. После доработки и окончательного формирования обучающего контента тренажёр Foreign Dimension может быть использован в учебном процессе для организации эффективной самостоятельной работы студентов по индивидуальным траекториям. Результаты самостоятельного обучения будут доступны преподавателям и позволят им контролировать процесс самостоятельного обучения. Для повышения мотивации студентов к самостоятельному обучению, можно засчитывать им дополнительные баллы к промежуточной аттестации, причём не только по иностранному языку, но и по тем профильным дисциплинам, где необходимо уверенное владение иностранным языком. При этом, безусловно, сайт позиционируется как дополнительное средство обучения, которое не может заменить аудиторные занятия.

К положительным моментам использования представленного в статье дистанционного тренажёра следует отнести раскрытие потенциала каждого студента и его развитие в комфортной обстановке без напряжения и стресса.

Список литературы:

1. Харина, М.В. *Интегрированная информационная среда обучения как средство развития иноязычной коммуникативной компетенции обучаемых* / С.Ю. Ржеуцкая, М.В. Харина // *Открытое образование*. – 2016. – № 1. – С. 43-48.
2. Ржеуцкая, С.Ю. *Опыт применения методов кластеризации для анализа результатов дистанционного обучения* / С.Ю. Ржеуцкая, Ю.С. Басалаева // *Информатизация инженерного образования: труды Международной научно-практической конференции*. - Москва: Издательский дом МЭИ, 2016. - С. 617-620.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ НОРМАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЯ ДЕТСКО-ЮНОШЕСКОГО ЦЕНТРА Г. СЕРДОБСКА

Чичкин А.Ф.

Канд. техн. наук, доцент ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», Пенза

Хрянина О.В.

Канд. техн. наук, доцент ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», Пенза

Проведено обследование фактического состояния грунтов основания, фундаментов и надфундаментных конструкций здания и возможности его дальнейшей нормальной эксплуатации. Выявлены схемы развития трещин в фундаментах и их связь с деформацией стен. Установлены основные причины проявления деформаций. Сделано заключение об удовлетворительном состоянии несущих конструктивных элементов здания на момент обследования. Дальнейшая нормальная эксплуатация здания возможна после проведения некоторых мероприятий по усилению конструктивных элементов. Даны рекомендации по устранению причин деформаций и наблюдению за дальнейшим развитием трещин.

Ключевые слова: обследование, эксплуатация, неравномерные деформации основания, деформации конструкций.

STUDY OF THE POSSIBILITY OF NORMAL OPERATION OF THE BUILDING OF THE CHILDREN AND YOUTH CENTER OF SERDOBSK

Chichkin A.F.

Cand. Tech. Sci., Associate Professor of Penza State University of Architecture and Construction, Penza

Hryanina O.V.

Cand. Tech. Sci., Associate Professor of Penza State University of Architecture and Construction, Penza

The survey of the actual condition of the foundation soils, foundations and suprafundamental structures of the building and the possibility of its further normal operation was carried out. The schemes for the development of cracks in the foundations and their relationship to the deformation of walls are revealed. The main causes of the manifestation of deformations are

established. A conclusion was made about the satisfactory condition of the bearing structural elements of the building at the time of inspection. Further normal operation of the building is possible after carrying out some measures to strengthen the structural elements. Recommendations are given on eliminating the causes of deformations and monitoring the further development of cracks.

Keywords: inspection, operation, uneven deformation of the base, deformation of structures.

Цель исследования выявление фактического состояния грунтов основания, фундаментов и надфундаментных конструкций здания детско-юношеского центра г. Сердобска и возможности его дальнейшей нормальной эксплуатации.

Здание детско-юношеского центра расположено в центральной части г. Сердобск на второй надпойменной террасе р. Сердоба. Площадка относительно ровная, имеет небольшой наклон в сторону реки. При строительстве здания в сороковых годах с целью планировки участка была произведена подсыпка территории. Таким образом, грунтами основания являются насыпные грунты, что подтвердили результаты натурных обследований [1, 2].

Здание детско-юношеского центра кирпичное, прямоугольной формы в плане с небольшими пристроями со стороны дворового фасада по торцам здания и пристроем в середине здания со двора. Здание имеет несущие продольные стены с деревянными перекрытиями. Полы деревянные по лагам на кирпичных столбиках. Кровля-чердачная.

Для обследования состояния грунтов основания и фундаментов были отрыты два шурфа. План расположения шурфов показан на рис.1.

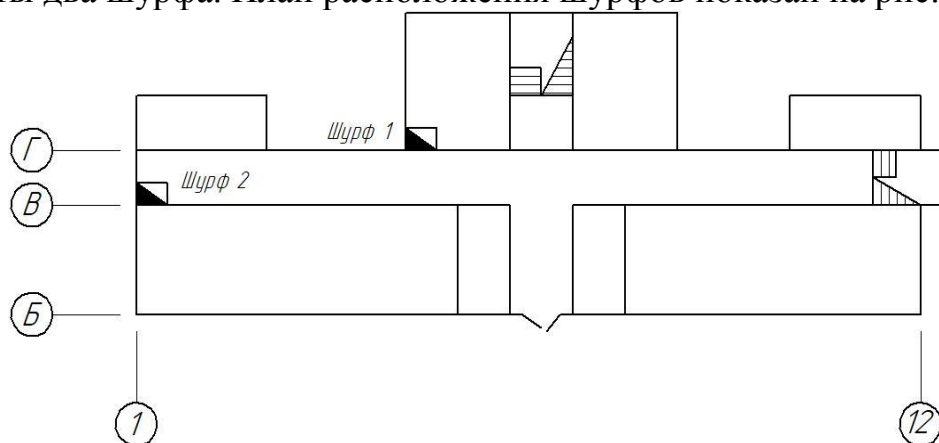


Рисунок 1 – План расположения шурфов

Шурф №1 отрыт в месте деформаций кирпичной перегородки между осями 3-6 дворовой стены ряда Г. Стена в этом пролете просела почти на всю ширину, произошел отрыв стены выше перемычки над дверью с раскрытием трещины почти горизонтальной до 50 мм с выпадением кирпича. Фундамент перегородки из бутового камня без перевязки и без

раствора с небольшой глубиной заложения. Зондирование грунта возле фундамента показало, что под подошвой расположен слабый слой сильно увлажненного грунта с малой несущей способностью. Деформации грунта и разрушение материала фундамента и послужили основными причинами разрушения стены на этом участке.

Предложено участок стены в этом пролете разобрать, вместо фундамента сделать монолитную железобетонную балку с заделкой ее в поперечные стены по осям 3 и 6 на глубину 20-25 см и по ней вновь возвести стену [3]. Эта работа в настоящее время выполнена в натуре.

Шурф №2 был открыт в месте проявления наибольших деформаций при пересечении наружной торцевой стены по оси 1 и продольной стены по ряду В. Для выявления ширины подошвы фундамента и глубины его заложения шурф отрылся на глубину 15-20 см ниже подошвы.

По данным обследования грунтов в шурфах 1 и 2 основанием всех фундаментов являются насыпные грунты с давностью отсыпки более 50 лет, то есть насыпной грунт является достаточно уплотненным. Вода в шурфах отсутствовала на период обследования. Однако грунты у подошвы фундаментов в шурфах отличались по прочности и несущей способности. Зондирование грунтов у фундамента в шурфе 1 ломом показало, что лом сравнительно легко может быть погружен на глубину 20-25 см и при этом на него налипает влажный грунт. Такое же зондирование грунта в шурфе 2 показывает, что лом может быть погружен на глубину только 8-10 см и при этом он остается практически сухой. Но при этом необходимо отметить, что зондирование грунта в шурфе 1 производилось на глубине около 1,0 м от поверхности, а в шурфе 2 на глубине более 2,0 м от поверхности. Таким образом, несущая способность грунтов на глубине примерно 2,0 м от поверхности значительно выше, чем на глубине 1,0 м. Вероятно, в месте расположения шурфа 2 происходило местное замачивание грунтов основания, что и привело к снижению несущей способности.

Если считать, что фундаменты под стены имеют симметричную форму, то ширина подошвы фундамента наружной торцевой стены практически равна ширине стены, то есть 0,5 м, а ширина фундамента продольной несущей стены по оси В около 0,8 м. Все эти фундаменты заложены на одной отметке и глубина заложения подошвы составляет 1,8 м. Фундаменты выполнены из бутового камня на цементно-известковом растворе. Прочность камня и раствора высокая и в целом состояние фундаментов удовлетворительное.

По обследованию из шурфов выявлялась схема развития трещин в фундаментах и их связь с деформацией стен. Схема развития трещин в фундаменте торцевой стены по оси 1 представлена на рис.2, а в фундаменте продольной несущей стены по оси В – на рис.3.

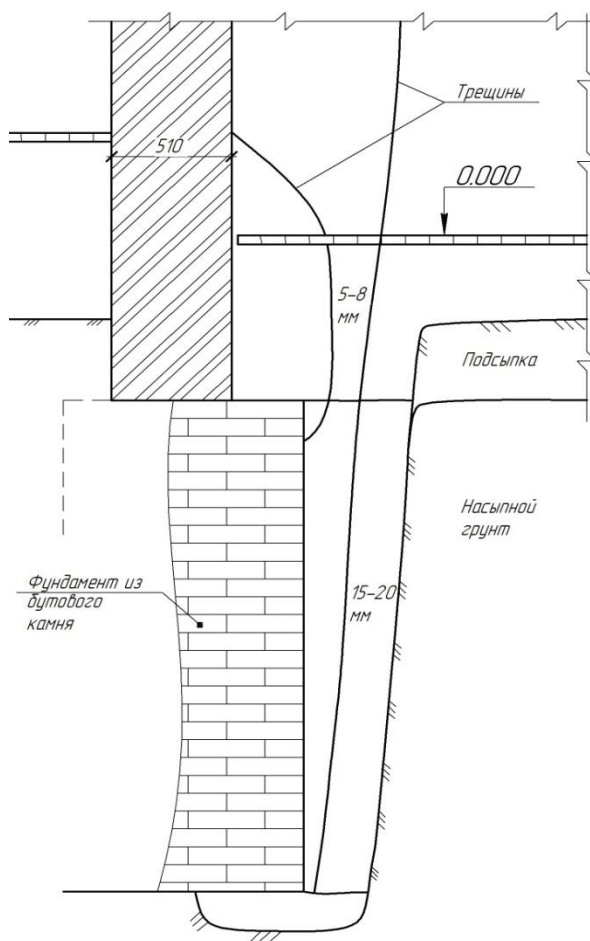


Рисунок 2 – Схема развития трещин в фундаменте торцевой стены по оси 1

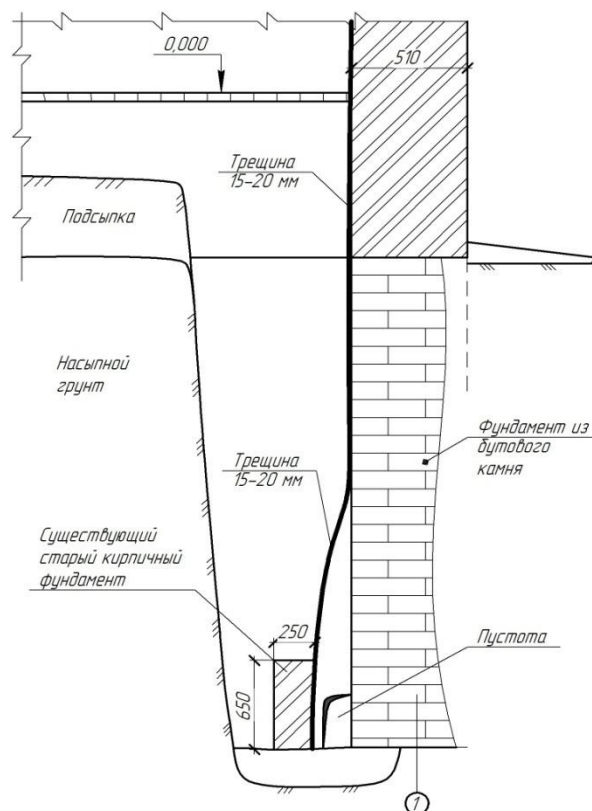


Рисунок 3 – Схема развития трещин в продольной несущей внутренней стене по оси В

Прослеживается четкая связь трещин в фундаментах с трещинами в стенах. Наблюдаемая из шурфа 2 трещина в фундаменте торцевой стены с шириной раскрытия внизу до 20 мм продолжается в самой стене с меньшей шириной раскрытия. При этом ширина раскрытия трещины в стене с внутренней стороны меньше, чем с наружной. Это говорит о том, что произошло небольшое выпучивание торцевой стены по оси 1 наружу.

Трещина в фундаменте торцевой стены проходит как по швам в кладке фундамента, так и по бутовому камню. Смещение половинок разрушенного бутового камня показывает, что часть торцевой стены от трещины в месте примыкания продольной стены по оси В и далее в сторону дворового фасада получила осадку больше примерно на 15-20 мм, чем часть стены в сторону главного фасада.

Причиной такого явления считаем следующее: дворовая территория, примыкающая к задней стене здания по осям Г и Д между осями 1-3 в весеннее время при таянии снега и в осеннее время после дождей постоянно замачивается и вода скапливается и стоит возле стен здания, проникая и под здание. Отмостка вокруг здания разрушена и не отвечает своему назначению. Уклон территории такой, что вода притекает к стенам здания.

Таким образом, грунты подвергаются постоянному замачиванию поверхностными водами. Положение усугубляет и наблюдающееся засорение колодцев дворовой канализации, которая проходит возле торцевой стены здания. Нередко колодцы бывают переполнены водой [4, 5]. Свое влияние оказало и строительство спортивного комплекса, расположенного на небольшом удалении от торцевой стены здания по оси 1. Сказалась и неодинаковая нагруженность торцевой самонесущей и продольной несущей стен.

Определенное влияние на деформацию фундамента и стены по оси В оказало и наличие в фундаменте жесткого включения в виде старого кирпичного фундамента ранее существующего здесь здания, плохая перевязка бутового камня в месте примыкания к торцевой стене и наличие пустоты в нижней части фундамента продольной стены (рис.3).

В стенах здания также наблюдаются деформации. Наиболее существенные отмечены в торцевой стене по оси 1 и в месте примыкания к ней продольной стены по оси В. Деформации продольной дворовой стены по оси Г на пересечении стен дворового пристроя по осям 3 и 10 можно объяснить неравномерным замачиванием грунтов основания и последующей надстройкой пристроя в осях 3-5 и 8-10 еще на один этаж.

Трещины в продольных стенах по осям Г и В можно объяснить неодинаковой сжимаемостью грунтов основания, неравномерным замачиванием основания, различием нагрузок на стены и влиянием деформирования торцевой части здания в районе оси 1. Все эти трещины не нарушают общей нормальной работы здания и могут быть заделаны при капитальном ремонте здания.

Таким образом, можно сделать следующие выводы.

Здание детско-юношеского центра г. Сердобска деформируется с появлением и образованием трещин в несущих продольных стенах и самонесущей торцевой стене по оси 1. Наблюдение за развитием трещин показывает, что деформации еще продолжаются, и происходит их небольшое развитие и в настоящее время. Вместе с тем состояние несущих конструктивных элементов здания на момент обследования удовлетворительное и не препятствует их дальнейшей нормальной эксплуатации после проведения некоторых мероприятий по их усилению.

Причинами образования и раскрытия трещин в здании считаем:

- постоянное периодическое замачивание грунтов основания поверхностными водами со стороны дворового фасада в осях 1-10,
- дополнительное увлажнение грунтов основания при засорении дворовой канализации с той же стороны здания,
- влияние отрывки котлована при строительстве спортивного комплекса возле здания детско-юношеского центра;
- разницу в нагрузках на продольные несущие стены и торцевую самонесущую стену здания;

- наличие жестких включений и пустот в фундаментах от ранее существующих зданий;
- достаточно высокую сжимаемость насыпных грунтов в основании фундаментов.

Наличие трещин с шириной раскрытия до 20 мм в торцевой стене по оси 1 и отрыв ее от продольной несущей стены по оси В требуют усиления стен в этой части здания. После проведения усиления стен необходимо сделать инъектирование цементно-песчаного раствора во все имеющиеся трещины.

Выполнить капитальный ремонт дощатого пола на всей площади в осях 1-5 и Б – Е здания. Для этого сделать подсыпку основания песком с его утрамбовкой до проектной отметки, выровнять до одной отметки кирпичные столбики и заменить сгнившие лаги и доски пола. Основание под кирпичные столбики необходимо уплотнить щебнем или гравием с фракцией зерен 40-50 мм и толщиной слоя не менее 250 мм.

Вокруг здания необходимо восстановить разрушенную отмостку шириной не менее 1,0 м с уклоном от здания не менее 3% с абсолютной отметкой выше поверхности земли.

Устранить возможность скопления поверхностных вод со стороны дворового фасада здания возле стен, обеспечив их постоянный отвод или полностью заасфальтировав дворовую территорию с уклоном от здания.

Необходимо обеспечить постоянную работоспособность дворовой канализации, не допуская засорения и переполнения дворовых колодцев.

Список литературы:

1. Кошкина Н.В., Хрянина О.В., Ахrameев А.В. Инженерно-геологические особенности глинистых грунтов территории Сурской оросительно-обводнительной системы//Актуальные проблемы современного фундаментостроения с учетом энергосберегающих технологий: материалы IV Всероссийской науч.-практ. конф. Пенза: Изд-во Пенз. госуд. ун-та арх-ры и строит-ва, 2014. с.51-53. ISBN 978-5-9282-1217-9.
2. Хрянина О.В., Егоров Е.С., Мальков А.И., Глухова С.В. Условия строительства в долинах рек//Актуальные проблемы современного фундаментостроения с учетом энергосберегающих технологий: материалы VII Всероссийской науч.-практ. конф. Пенза: Изд-во Пенз. госуд. ун-та арх-ры и строит-ва, 2016. с.71-74.
3. Шеин А.И., Бакушев С.В., Зернов В.В., Зайцев М.Б. Опыт обследования зданий и сооружений. Моделирование и механика конструкций. 2017. № 5. С. 16.
4. Хрянина О.В., Кошкина Н.В., Мальков А.И. К вопросу о подтоплении территории//Актуальные проблемы современного фундаментостроения с учетом энергосберегающих технологий: материалы VI Всероссийской науч.-практ. конф. Пенза: Изд-во Пенз. госуд. ун-та арх-ры и строит-ва, 2015. с.76-84.
5. Кошкина Н.В., Хрянина О.В., Астафьев М.В., Резник А.А. Проблемы формирования грунтовых вод на застраиваемых территориях//Актуальные проблемы современного фундаментостроения с учетом энергосберегающих технологий: материалы V Всероссийской науч.-практ. конф. Пенза: Изд-во Пенз. госуд. ун-та арх-ры и строит-ва, 2014. с.38-40.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА СВОЙСТВ ТВЁРДЫХ СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ КАРБИДА ТИТАНА СО СТАЛЬНЫМИ СВЯЗКАМИ

Яняк С.В.

Канд. техн. наук, доцент ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет», Вологда

Пивень Г.Ю.

Студент ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет», Вологда

В статье представлены результаты экспериментальной оценки свойств твёрдых сплавов на основе карбида титана со стальными связками. В качестве связок использовали: сталь Х23Н28М3Д3Т, сталь Х11Н3Г9ДТЮ, сталь У7А, сталь 6Х4М2ФС, сталь Х3Ф12, сталь 60Х15Ф. Смеси подвергались механическому воздействию (размолу, сушке, прессованию, спеканию) и рентгеноструктурному фазовому анализу.

Ключевые слова: карбид титана, железная связка, аустенит, феррит, пирофорность, шихта, рентгеноструктурный фазовый анализ.

EXPERIMENTAL ASSESSMENT THE PROPERTIES OF HARD ALLOYS ON THE BASIS OF TITANIUM CARBIDE WITH STEEL CORDS

Anak S.V.

Cand. Tech. Sci., Associate Professor of Vologda State University, Vologda

Piven G.Y.

Student of Vologda State University, Vologda

The article presents the results of experimental evaluation of the properties of hard alloys based on titanium carbide with steel bonds. As chords used: steel Х23Н28М3Д3Т, Х11Н3Г9ДТЮ steel, steel U7A, steel 6KH4M2FS, Х3Ф12 steel, steel 60X15Ф. The mixtures were subjected to mechanical action (grinding, drying, pressing, sintering) and x-ray phase analysis.

Keywords: titanium carbide, iron bundle, austenite, ferrite, pyrophoricity, charge, x-ray phase analysis.

Научный и практический интерес представляет изучение твёрдых сплавов на основе карбида титана. Содержание в земной коре титана многократно (в тысячи раз) превосходит содержание вольфрама, молибдена, ниобия, тантала – карбидообразующих металлов, которые

находят применение в известных твёрдых сплавах и сталях. Это делает карбид титана недорогим и недефицитным компонентом твёрдых сплавов. Карбид титана в промышленных безвольфрамовых твёрдых сплавах используется в сочетании с никель-молибденовой связкой. Такие сплавы обладают высокой твёрдостью, износостойкостью, режущими свойствами (при безударном чистовом резании). Известны также попытки создания сплавов карбида титана с железными и стальными связками. Главный разработчик классических твёрдых сплавов [1] указывает на уровень свойств: высокая твёрдость (HRA89), низкая прочность при изгибе (550 МПа) у сплава 85%TiC, 15%Fe.

Нами поставлена главная цель – разработка эффективного твёрдого сплава, не содержащего дефицитных компонентов. На первых этапах работы изучены твёрдые сплавы с железной связкой. На данном этапе изучается влияние сталей с разным химическим составом и структурным классом на свойства твёрдых сплавов, содержащих 70% масс. карбида титана. Высокое содержание стальной связки (30%) выбрано для усиления роли связки и, в частности, для повышения уровня прочности сплавов.

В качестве связки для карбида титана выбраны стали:

1. Сталь X23H28M3ДЗТ (X24H24M3ДЗТ1) – высоколегированная кислотостойкая жаростойкая сталь аустенитного класса. Стабильная аустенитная структура обеспечивается высоким содержанием никеля, хром обеспечивает высокую коррозионную стойкость, молибден, медь и титан – упрочнители. Сталь высокопластичная. Механические свойства:

HV150-200, $\sigma_b=700$ МПа, $\delta=45\%$, $a_H=1900$ кДж/м².

2. Сталь X11H3Г9ДТЮ (X11H3Г10ДТ2Ю1) – высоколегированная сталь переходного аустенито – мартенситного класса. Соотношение ферритообразующих (хрома и титана) и аустенитообразующих компонентов (никеля и марганца) приводит к образованию нестабильной аустенитной структуры, которая при пластической деформации претерпевает превращение в мартенситную. Механические свойства: HV180, $\sigma_b=750$ МПа, $\delta=52\%$, $a_H=1400$ кДж/м².

3. Сталь У7А – углеродистая доэвтектоидная инструментальная сталь. Равновесная структура: перлит+феррит. После закалки: мартенсит+остаточный аустенит. Свойства отожженной стали: HV170, $\sigma_b=550$ МПа, $\delta=7\%$, $a_H=250$ кДж/м².

4. Сталь 6Х4М2ФС – легированная высокопрочная эвтектоидная инструментальная сталь. В отожжённом состоянии: HV190, $\sigma_b=900$ МПа. После закалки 1080⁰С и трёхкратного отпуска 540⁰С: HRC60, $\sigma_u=4200$ МПа, $a=1600$ кДж/м².

5. Сталь ХЗФ12 (Х4Ф12) – высоколегированная износостойкая инструментальная сталь ледебуритного класса с высоким содержанием (до 35% по объёму) дисперсных первичных карбидов ванадия в виде

ванадиевой эвтектики. В отожжённом состоянии: HV210, $\sigma_u=900$ МПа. После закалки 1000°C: HRC65, $\sigma_u=2200$ МПа.

6. Сталь 60X15Ф (60X13Ф) – заэвтектоидная коррозионностойкая сталь. В отожжённом состоянии: HV200, $\sigma_b=900$ МПа. После закалки 1050°C: HRC57, $\sigma_u=2400$ МПа, $a_H=100$ кДж/м².

По нашему заказу на Ново-Тульском металлургическом комбинате методом распыления в инертном газе были изготовлены порошки выбранных сталей (таблица 1), с размером частиц (сферических гранул) до 0,4 мм. После просеивания для изготовления твердосплавных смесей отобраны фракции порошков 0-100 мкм. Использовался также железный порошок 0-100 мкм фирмы Хоганесс, Швеция.

Таблица 1

Химический состав порошков сталей, %масс.

№ п/п	Марка стали	C	Cr	Ni	Mo	Mn	V	Cu	Ti	Si	Al
1	X23H28M3ДЗТ	0,01	24,03	24,1	3,11	0,06	-	2,62	0,54	0,32	-
2	X11H3Г9ДТЮ	0,03	11,43	3,12	-	9,75	-	1,22	2,07	0,26	1,2
3	У7А	0,72	-	-	-	0,3	-	-	-	0,35	-
4	6Х4М2ФС	0,82	3,8	-	2,17	-	0,88	-	-	0,76	-
5	Х3Ф12	3,25	4,41	-	-	-	11,94	-	-	0,22	-
6	60Х15Ф	0,6	12,85	-	-	-	0,05	-	-	0,31	-

Химический состав соответствует марочным обозначением сталей: X24H24M3ДЗТ1, X11H3Г10ДТ2Ю1, У7А, 6Х4М2Ф1С1, Х4Ф12, 60Х13Ф.

Смеси сталей с карбидом титана (шихта) подвергались размолу в вибрационной мельнице нашей конструкции (рис.1). Условия размола: количество шихты – 150 г, масса размольных тел – 1 кг, этиловый спирт – 200 мл (в каждой из шести размольных ступок), продолжительность размола – 8 часов. Средний износ комплекта шаров из закалённой стали ШХ15 – 7 г. Размер частиц шихты после размола не превышал 2 мкм. У смеси со сталью Х11Н3Г9ДТЮ отмечена пирофорность (воспламенение на воздухе после высыхания этилового спирта). Для предохранения от интенсивного окисления на воздухе пришлось вводить жидкий пластификатор (4% - раствор каучука в бензине) в жидкую пульпу (шихту в этиловом спирте). После сушки в вакуумном шкафу при температуре 100°C пластифицированные смеси гранулировались протираем через сито 400 мкм. Образцы прессовали с давлением 1 т/см² (100МПа), мар-кировали, подвергали сушке 400°C, предварительному спеканию 800°C, окончательному спеканию в вакуумных электропечах на корундовых дощечках в закрытой молибденовой кассете при остаточном давлении 1×10^{-5} мм рт.ст.

Уровень свойств сплавов со стальными связками оказался ниже ожидаемого, ниже уровня сплава с железной связкой, прежде всего – по прочности при изгибе. Возможной, но не главной причиной снижения

прочности является бóльшая степень окисления стальных порошков отечественного производства по сравнению со шведским железным порошком. Прямого подтверждения этому тезису нет, т.к. химический анализ сталей на содержание кислорода не производится. Косвенно это подтверждается повышенной пористостью сплавов: от 4,2 до 7,5% (у сплавов с железной связкой пористость 3,4%). Можно сделать вывод: не улучшают взаимодействие с карбидом титана такие легирующие компоненты, как хром (если он находится в аустените или перлите стали), никель и марганец (в аустените), ванадий (если он связан в карбиды ледебуритной эвтектики), медь (даже в расплаве ухудшает смачиваемость карбида титана). Вероятно, положительное, но незначительное влияние в малых количествах оказывают молибден и титан, способные растворяться в карбиде титана.

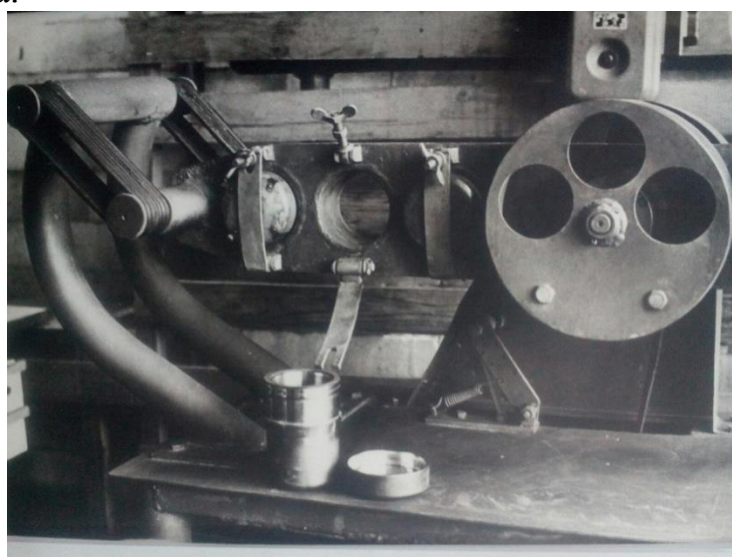


Рисунок 1 –Вибрационная мельница

Результаты испытаний свойств приведены в таблице 2.

Микроструктура сплавов со стальными связками имеет большое визуальное сходство со сплавами TiC-Fe, отличие в более заметной пористости (рис. 2).

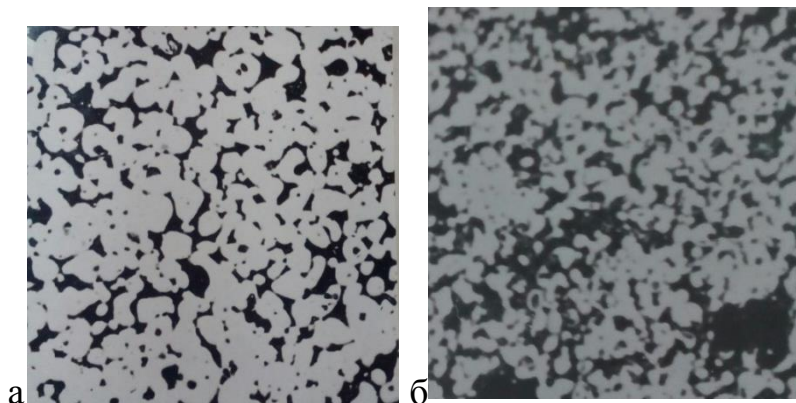


Рисунок 2 – Микроструктура сплавов на основе 70%TiC с разными стальными связками: а) X23H28M3Д3Т, б) 6Х4М2ФС

Таблица 2

Свойства твёрдых сплавов 70%TiC – сталь при разных температурах спекания

№ п/п	Состав сплава	Температура при спекании, °C	Линейная усадка, %	Пористость, %	Средний размер карбидного зерна, мкм	Предел прочности при изгибе, МПа	Твёрдость HRA	Износ абразивом, мг
1	TiC-Fe	1550	21,5	-	3	710	85	30,4
		1600	22,2	3,4	5	790	86	20,2
		1650	22,6	-	7	750	85,5	24,3
2	TiC-сталь X23H28M3 ДЗТ	1550	22,2	4,2	3	690	85,5	24,8
		1600	22,8	-	4	640	85,5	-
		1650	23	-	5	580	85	-
3	TiC-сталь X11H3Г9Д ТЮ	1550	16,5	-	-	590	82	-
		1600	18	5,5	4	720	84	-
		1650	21,5	4,8	6	700	86	25,6
4	TiC-сталь У7А	1550	16,5	-	-	380	-	-
		1600	17,8	-	-	450	84	-
		1650	20,8	7,5	-	560	85	-
5	TiC-сталь 6Х4М2ФС	1550	17	-	-	380	82	-
		1600	18,5	-	-	460	84,5	-
		1650	20,2	4,4	-	510	86	-
6	TiC-сталь ХЗФ12	1550	19,2	-	-	520	80	-
		1600	20,6	-	-	550	85,5	-
		1650	22,2	6,4	7	630	86	20,8
7	TiC-сталь 60Х15Ф	1550	19,2	-	-	460	-	-
		1600	19,6	-	-	500	86	-
		1650	20,8	5,7	-	540	86	-

Тонкий рентгеноструктурный фазовый анализ (на установке ДРОН-3) показал, что стали в связке в основном сохраняют свой исходный структурный класс, т.к. их основные легирующие компоненты (хром, никель, марганец) не растворяются в карбиде титана. Например, в сплаве 70% TiC-сталь X23H28M3ДЗТ (рис.3) обнаруживается только 2 фазы: карбид титана TiC без изменения межплоскостных расстояний и легированный аустенит γ -Fe (с ГЦК – кристаллической решёткой) с незначительно изменёнными параметрами решётки по сравнению с эталоном (порошком стали X23H28M3ДЗТ до спекания).

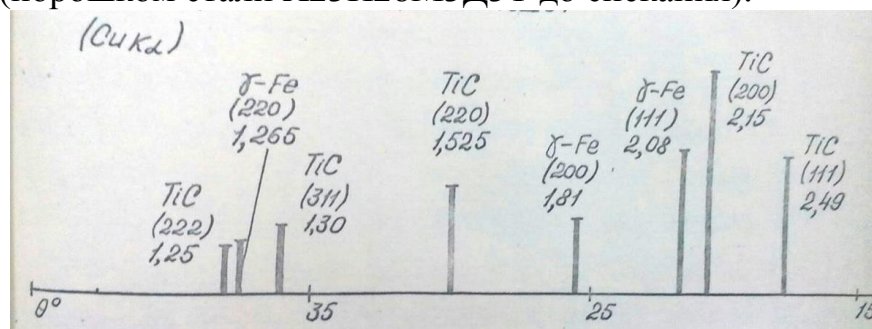


Рисунок 3 – Рентгенограмма сплава 70%TiC-сталь X23H28M3Д3Т

Выводы: 1.Стали аустенитного, перлитного, карбидного классов нецелесообразно использовать в качестве связки в твёрдом сплаве на основе карбида титана. 2.Повышение свойств сплава на основе карбида титана может быть достигнуто при значительном содержании в стальной связке компонентов, имеющих высокую растворимость в карбиде титана (усиливающих диффузионное взаимодействие на межфазовых границах TiC-сталь) и упрочняющих связку, к ним относятся металлы: молибден, ванадий, титан (гипотеза). 3.Сталь для использования в качестве связки должны иметь структуру высоколегированного феррита (без углерода) (гипотеза).

Список литературы:

1. *Киффер, Р. Твёрдые сплавы (Р.Киффер, П. Шварцконф – Пер. с нем. под ред. В.П.Елютина) – М., Металлургиздат, 1957. 664с.*

ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ КАРБИДА ТИТАНА НА СВОЙСТВА ТВЁРДЫХ СПЛАВОВ С ЖЕЛЕЗНОЙ СВЯЗКОЙ

Яняк С.В.

Канд. техн. наук, доцент ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет», Вологда

Пивень Г.Ю.

*Студент ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет»,
Вологда*

В данной работе рассматриваются результаты экспериментальной оценки и анализа основных механических свойств твёрдых сплавов, содержащих 70,80,85,90% масс. карбида титана TiC, остальное – железо. Продемонстрированы графики влияния температуры на свойства сплава 85%TiC,15%Fe(относительная температура 1650⁰C) и содержания карбида титана на механические свойства сплавов.

Ключевые слова: железная связка, жидкая фаза, пористость, спекание, износ абразивом, зёрна карбида, перекристаллизация.

THE INFLUENCE OF CONTENT OF TITANIUM CARBIDE ON THE PROPERTIES OF HARD ALLOYS WITH IRON BUNDLE

Anak S.V.

Cand. Tech. Sci., Associate Professor of Vologda State University, Vologda

Piven G.Y.

Student of Vologda State University, Vologda

In this paper we consider the results of experimental evaluation and analysis of the basic mechanical properties of hard alloys containing 70.80,85,80,90% of the mass. titanium carbide TiC, the rest is iron. Demonstrated graphs the effects of temperature on properties of alloy 85% of TiC,15% Fe(relative temperature 1650⁰C) and the content of titanium carbide on the mechanical properties of the alloys.

Keywords: iron bond, liquid phase, porosity, sintering, abrasive wear, carbide grains, recrystallization.

Нами выполнена объёмная работа по экспериментальному определению основных механических свойств (прочности при изгибе, твёрдости, износу абразивом) твёрдых сплавов с железной связкой на основе 70% масс. разных твёрдых соединений. Анализ структуры сплавов, фрактографический анализ позволили установить характер взаимодействия

компонентов при спекании, их влияние на структуру сплавов, на прочность при изгибе, на твёрдость, на износ абразивом.

Состав изученных сплавов не является оптимальным, но соответствовал поставленной задаче: оценить уровень свойств и влияние элементов структуры на свойства сплавов. Уровень основных свойств некоторых твёрдых сплавов с железной связкой (на основе карбидов титана, ванадия, ниобия, вольфрама) можно оценить как удовлетворительный, заметно уступающий классическим твёрдым сплавам (прежде всего – по прочности), но с потенциальной возможностью их улучшения (за счёт оптимизации состава, а также – за счёт оптимизации технологии изготовления сплавов).

Наибольший практический интерес (недефицитные компоненты, приемлемый уровень механических свойств) представляют сплавы на основе карбида титана с железной связкой. В настоящей работе приведены результаты экспериментальной оценки и анализа основных механических свойств твёрдых сплавов, содержащих 70,80,85,90% масс. карбида титана TiC, остальное – железо.

Из этих сплавов были изготовлены образцы, проведён металлографический анализ, определены механические свойства (прочность при изгибе, твёрдость, износ абразивом). Экспериментальные данные приведены в таблице 1.

Для спекания твёрдых сплавов TiC-Fe требуется высокая температура: от 1550⁰C, превышающая температуру плавления железа.

Образуется большой объём жидкой связки, несколько превышающий исходное содержание железа в сплаве за счёт растворения части карбидов титана. Растворимость карбида титана при эвтектической температуре 1410⁰ составляет 0,5%, при 1550⁰C – 1%, при 1660⁰C – 1,5%, при 1650⁰C – 3%, при 1700⁰C – 5%, т.е. объём жидкой фазы в сплаве увеличивается с ростом температуры спекания.

Повышение температуры спекания усиливает диффузионные процессы, главный из которых – перекристаллизация карбида титана через жидкую фазу. В результате: чем выше температура спекания, тем больше средний размер зёрен. Карбид титана имеет простую кубическую кристаллическую решётку, поэтому поликристаллические зёрна карбида титана растут равномерно во всех направлениях и приобретают округлую (иногда – правильную сферическую) форму. При малом содержании связки зёрна карбида титана могут срастаться в агрегаты и даже образовывать сплошной карбидный каркас (при 85-90% TiC). Между зёрнами карбида титана и железной связкой устанавливается сравнительно слабая связь металлической природы из-за различия в кристаллическом строении (у TiC – простая кубическая, у Fe – объёмно – центрированная кубическая решётка), из-за большой разницы атомных радиусов (у титана – 1,45Å, у железа – 1,27Å). Слабая связь проявляется и является следствием

пониженной смачиваемости (краевой угол смачиваемости в вакууме при 1550⁰С составляет 41⁰). Одним из результатов пониженной смачиваемости является существенная пористость (в рассматриваемых сплавах от 3,4 до 5%). Таким образом, существует ряд причин (факторов), который отрицательно влияет на прочность сплавов TiC- Fe:

- пониженная прочность самого карбида: 1380 МПа (для сравнения: у карбида ниобия – 2420 МПа, у карбида вольфрама -2720 МПа);
- пониженная прочность межфазовых границ (по которым, в основном, проходит разрушающая трещина);
- округлая форма карбидных зёрен, которая уменьшает площадь сцепления со связкой;
- повышенная пористость сплавов;
- крупные зёрна карбида из-за вынужденно высокой температуры спекания;
- низкий уровень легирования и упрочнения феррита из-за низкой растворимости карбида титана в железе.

Таблица 1

Свойства твёрдых сплавов с железной связкой при разных температурах спекания

Состав сплава, %масс	Температура спекания, ⁰ С	Линейная усадка, %	Пористость, %	Средний размер карбидного зерна, мкм	Предел прочности при изгибе, МПа	Твёрдость HRA	Износ абразивом, мг
70%TiC, 30%Fe	1550	21,5	-	3	710	85	30,4
	1600	22,2	3,4	5	790	86	20,2
	1650	22,6	-	7	750	85,5	24,3
80%TiC, 20%Fe	1550	20,8	-	-	670	86,5	-
	1600	22,4	4	5	700	88,5	14,5
	1650	22,6	-	-	660	89	17,3
85%TiC, 15%Fe	1550	18,5	-	-	390	85	-
	1600	20,6	-	5	530	88,5	-
	1650	20,8	4,5	7	560	89,5	9
	1700	22,2	-	10	480	89,5	10,1
90%TiC, 10%Fe	1600	17,3	-	-	250	84	-
	1650	19,9	5	6	430	89,5	9,6
	1700	20,8	-	-	380	89	-

Температура спекания оказывает закономерное влияние на свойства сплавов TiC-Fe (рис.1). Повышение температуры приводит к росту среднего размера карбидного зерна по зависимости близкой к линейной. Твёрдость возрастает по зависимости с насыщением (после прохождения 1650⁰С – примерно постоянный уровень). Прочность при изгибе изменяется по зависимости с максимумом при 1650⁰С. наиболее вероятной причиной снижения прочности после прохождения максимума является увеличение зёрен карбида. Износ абразивом имеет наименьшую величину при оптимальной температуре спекания.

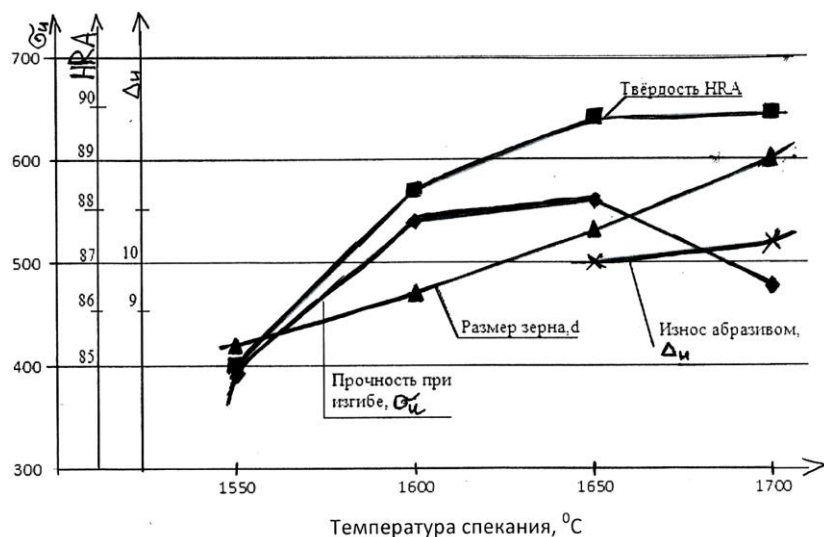


Рисунок 1 – Влияние температуры спекания на свойства сплава 85%TiC, 15%Fe (относительная температура 1650°C)

Увеличение содержания карбида титана от 70 до 90% (рис.2) в сплавах приводит к росту твёрдости с HRA86 при 70% до HRA89 при 85% (аддитивный рост при увеличении содержания высокотвёрдой составляющей). При 90% карбида объёма связки недостаточно для перекристаллизации карбидов, растёт пористость сплава, в итоге – твёрдость перестаёт увеличиваться. Прочность при изгибе снижается полого (до содержания 80% TiC), затем более круто: от 790 МПа при 70% TiC до 700 МПа при 80% TiC и до 430 МПа при 90% TiC. Это является следствием увеличения площади ослабленных межфазовых границ и пористости сплавов. Износ абразивом закономерно изменяется по зависимости с минимумом 9 мг при 85%TiC, когда достигается максимум твёрдости, благоприятно увеличено карбидное зерно до 7 мкм, а прочности сплава и количества связки достаточно для удержания карбидных зёрен от выкрашивания.

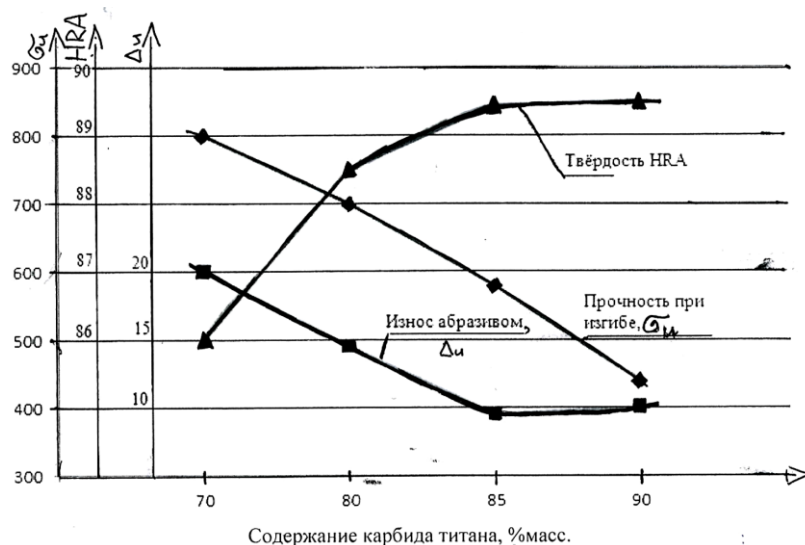


Рисунок 2 – Влияние содержания карбида титана на механические свойства сплавов

Для сравнения приводим уровень свойств сплава на основе карбида титана с железной связкой, зафиксированный главным разработчиком классических твёрдых сплавов Р. Киффером: у сплава 85%TiC,15%Fe: HRA 89, $\sigma_u=550\text{МПа}$, что совпадает с нашими экспериментальными данными.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	3
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛА СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ ДЛЯ НУЖД ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ.....	4
<i>Аверкин А.Г., Королева Т.И., Иващенко Н.Ю.</i>	
НОВАЯ МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПРОЦЕССОВ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ДИСПЕРГИРОВАНИЯ ВОДОВОЗДУШНЫХ СМЕСЕЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ТЕХНОЛОГИЯХ ОЧИСТКИ ПРИРОДНЫХ И СТОЧНЫХ ВОД.....	8
<i>Андреев С.Ю., Сафронов М.А., Полякова М.Ю.</i>	
НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ ПРИРОДНЫХ И СТОЧНЫХ ВОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕАГЕНТОВ-ОКИСЛИТЕЛЕЙ.....	14
<i>Андреев С.Ю., Сафронов М.А., Турдакина И.И.</i>	
РАЗРАБОТКА ИНДЕКСА ДЛЯ УСКОРЕНИЯ ПОИСКА ПО LIKE-ШАБЛОНАМ В СУБД ORACLE.....	21
<i>Андрианов И.А., Менухова Н.О.</i>	
СТЕКЛОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБЛИЦОВКИ ФАСАДОВ ЗДАНИЙ	26
<i>Береговой В.А., Сорокин Д.С., Снадин Е.В.</i>	
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА И МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗНОСА АБРАЗИВОМ ТВЁРДЫХ СПЛАВОВ «КАРБИД ТИТАНА – ЖЕЛЕЗО»	30
<i>Берсенев И.О., Комиссарова И.И.</i>	
ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАКАЗОВ НА ИЗГОТОВЛЕНИЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ НА БАЗЕ ЕДИНОЙ ОНЛАЙН-ПЛАТФОРМЫ	35
<i>Бритвина А.С., Раков В.А.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ НА БАЗЕ МАЛОДЕБИТНОЙ СКВАЖИНЫ	39
<i>Водовозов А.М., Колесова Л.Н.</i>	
АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ НЕСЪЕМНОЙ ОПАЛУБКИ	43
<i>Волков Р.М.</i>	
СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МАТЕРИАЛЬНО ОТВЕТСТВЕННОГО ЛИЦА	49
<i>Волков А.К.</i>	
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ФУНДАМЕНТА ПОД ВЫХЛОПНУЮ ТРУБУ	52
<i>Глухов В.С., Глухова М.В.</i>	
РЕГУЛИРУЕМАЯ РАЗВЕРТКА С ДВУХСТОРОННЕЙ ЦАНГОЙ	57
<i>Гольбрайх Д.М., Яняк С.В., Комиссарова И.И.</i>	
К ВОПРОСУ РЕКОНСТРУКЦИИ ВОДОПРОВОДНЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ Г. ПЕНЗЫ	63
<i>Гришин Б.М., Салмин С.М., Антонова Е.А.</i>	

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА АНАЛИЗА И ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ПРИ СОСТАВЛЕНИИ ШКОЛЬНОГО РАСПИСАНИЯ.....	68
Давыдова Е.Н.	
АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ СПЕЦИАЛЬНОЙ КОНЦЕВОЙ ФРЕЗЫ ДЛЯ СТАНКОВ С ЧПУ	74
Залесова И.А.	
РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ МЕРОПРИЯТИЙ	79
Каляшов Г.А., Кудряшов А.А.	
ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ И АДГЕЗИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ МЕЖФАЗНОГО КОНТАКТА КОМПОЗИТОВ.....	83
Карпуничев А.В.	
ПРОТИВОДЫМНАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЙ ПОВЫШЕННОЙ ЭТАЖНОСТИ	86
Королёва Т.И., Безяев А.А.	
АНАЛИЗ И РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ДОЛБЕЖНОГО РЕЗЦА С ТВЕРДОСПЛАВНОЙ ВСТАВКОЙ ДЛЯ СТАНКОВ С ЧПУ	93
Макаров А.Г.	
СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ДОШКОЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ	99
Маклакова А.А.	
СТРУКТУРА, ПРОЧНОСТЬ И ДЕФОРМАТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ ПРИ ОСЕВОМ СЖАТИИ	104
Макридин Н.И., Максимова И.Н., Полубарова Ю.В.	
СТРУКТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ И ДЕФОРМАТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ РАЗНОЙ СТРУКТУРЫ ПРИ КРАТКОВРЕМЕННОМ НАГРУЖЕНИИ	111
Макридин Н.И., Максимова И.Н., Полубарова Ю.В.	
ТРЕБОВАНИЯ К БЕТОННОЙ СМЕСИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТРЕХМЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ СТРОИТЕЛЬСТВА.....	117
Москвин Р.Н., Беякова Е.А., Юрова В.С.	
СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ИТ ИНФРАСТРУКТУРОЙ ПРЕДПРИЯТИЯ КАК ИСТОЧНИК ФОРМИРОВАНИЯ ЕГО АРХИТЕКТУРНОЙ МОДЕЛИ	122
Полянский А.М., Смирнова Е.А.	
ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЬЕЗОКЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДАТЧИКОВ.....	129
Родионов Ю.В., Логинов О.Н., Карпухин С.В.	
РАЗРАБОТКА РОБОТОПЛАТФОРМЫ «АВТОМОБИЛЬ-ТРАНСФОРМЕР» ДЛЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ	135
Смирнов Д.А., Белов П.А., Суконщиков А.А.	
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ АЛГОРИТМА ДЕЙКСТРЫ.....	138
Сорокин А.Л., Андрианов И.А.	

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ IP-ТЕЛЕФОНИИ НА КОРПОРАТИВНУЮ СЕТЬ С ПОМОЩЬЮ RIVERBEDMODELER	141
Сукощицков А.А., Сергеев А.С.	
ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ПЕТРИ С ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ	147
Сукощицков А.А., Синягов А.И.	
ВЕБ-ФРЕЙМВОРКИ	151
Токач Д.Ю.	
РАСЧЕТНАЯ СХЕМА СБОРНО-МОНОЛИТНОГО ПЕРЕКРЫТИЯ	155
Трегуб А.Ю., Хмарин А.Н.	
УТОЧНЕНИЕ ТЕОРИИ РАСЧЕТА ПРОЧНОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ БАЛКИ ПРИ ИЗГИБЕ	159
Уткин В.С., Соловьев С.А.	
МЕТОДИКА РАСЧЕТА ВЕЛИЧИНЫ ТАКТА КВАНТОВАНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ	164
Федотовский С.Б.	
ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ РАЗВИТИЯ АНГЛОЯЗЫЧНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТОВ ИТ-НАПРАВЛЕНИЙ	170
Харина М.В.	
ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ ВИБРОПРЕССОВАННЫЕ ПЛИТЫ ПЕРЕКРЫТИЙ БЕЗОПАЛУБОЧНОГО ФОРМОВАНИЯ НА ОСНОВЕ МЕСТНОГО ЦЕМЕНТА И КЕРАМЗИТА	175
Хвастунов В.Л., Хвастунов А.В., Жуков А.В., Алимов Р.Г.	
ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА КОМПОНЕНТОВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ПОДВОДНЫМ РОБОТОМ С ФУНКЦИЕЙ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ	182
Хромцова Н.А., Гресев А.А.	
НАТУРНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ЖИЛЫХ ДОМОВ ПЕНЗЕНСКОГО СОВХОЗА- ТЕХНИКУМА	186
Чичкин А.Ф., Хрянина О.В.	
АДАПТИВНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ	193
Харина М.В., Кузьмин Д.В.	
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ НОРМАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЯ ДЕТСКО-ЮНОШЕСКОГО ЦЕНТРА Г. СЕРДОВСКА	198
Чичкин А.Ф., Хрянина О.В.	
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА СВОЙСТВ ТВЁРДЫХ СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ КАРБИДА ТИТАНА СО СТАЛЬНЫМИ СВЯЗКАМИ	204
Яняк С.В., Пивень Г.Ю.	
ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ КАРБИДА ТИТАНА НА СВОЙСТВА ТВЁРДЫХ СПЛАВОВ С ЖЕЛЕЗНОЙ СВЯЗКОЙ	210
Яняк С.В., Пивень Г.Ю.	

Научное издание

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУКИ И ПРАКТИКИ
В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА
Часть 4 – Технические науки

Сборник докладов Национальной научно-практической конференции
28-29 марта 2018 г.

В авторской редакции

Ответственный за выпуск

Е.А. Белякова

Верстка

Е.А. Белякова

Подписано в печать 22.05.18. Формат 60×84/16

Бумага офсетная. Печать на ризографе.

Усл. печ. л.12,68. Уч.-изд. л. 13,63. Тираж 80 экз.

Заказ №622