

ISSN 2072-0297



МОЛОДОЙ[®] УЧЁНЫЙ

международный научный журнал



А.А. Болотов

27

2016

Часть I

16+

ISSN 2072-0297

МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

Международный научный журнал

Выходит еженедельно

№ 27 (131) / 2016

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор: Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

Члены редакционной коллегии:

Ахметова Мария Николаевна, доктор педагогических наук

Иванова Юлия Валентиновна, доктор философских наук

Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук

Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук

Лактионов Константин Станиславович, доктор биологических наук

Сараева Надежда Михайловна, доктор психологических наук

Абдрасилов Турганбай Курманбаевич, доктор философии (PhD) по философским наукам

Авдеюк Оксана Алексеевна, кандидат технических наук

Айдаров Оразхан Турсункожаевич, кандидат географических наук

Алиева Тарана Ибрагим кызы, кандидат химических наук

Ахметова Валерия Валерьевна, кандидат медицинских наук

Брезгин Вячеслав Сергеевич, кандидат экономических наук

Данилов Олег Евгеньевич, кандидат педагогических наук

Дёмин Александр Викторович, кандидат биологических наук

Дядюн Кристина Владимировна, кандидат юридических наук

Желнова Кристина Владимировна, кандидат экономических наук

Жуйкова Тамара Павловна, кандидат педагогических наук

Жураев Хусниддин Олтинбоевич, кандидат педагогических наук

Игнатова Мария Александровна, кандидат искусствоведения

Калдыбай Кайнар Калдыбайулы, доктор философии (PhD) по философским наукам

Кенесов Асхат Алмасович, кандидат политических наук

Коварда Владимир Васильевич, кандидат физико-математических наук

Комогорцев Максим Геннадьевич, кандидат технических наук

Котляров Алексей Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук

Кузьмина Виолетта Михайловна, кандидат исторических наук, кандидат психологических наук

Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам

Кучерявенко Светлана Алексеевна, кандидат экономических наук

Лескова Екатерина Викторовна, кандидат физико-математических наук

Макеева Ирина Александровна, кандидат педагогических наук

Матвиенко Евгений Владимирович, кандидат биологических наук

Матроскина Татьяна Викторовна, кандидат экономических наук

Матусевич Марина Степановна, кандидат педагогических наук

Мусаева Ума Алиевна, кандидат технических наук

Насимов Мурат Орленбаевич, кандидат политических наук

Паридинова Ботагоз Жаппаровна, магистр философии

Прончев Геннадий Борисович, кандидат физико-математических наук

Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук

Сенцов Аркадий Эдуардович, кандидат политических наук

Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук

Титова Елена Ивановна, кандидат педагогических наук

Ткаченко Ирина Георгиевна, кандидат филологических наук

Фозилов Садриддин Файзуллаевич, кандидат химических наук

Яхина Асия Сергеевна, кандидат технических наук

Ячинова Светлана Николаевна, кандидат педагогических наук

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-38059 от 11 ноября 2009 г.

Журнал входит в систему РИНЦ (Российский индекс научного цитирования) на платформе elibrary.ru.

Журнал включен в международный каталог периодических изданий «Ulrich's Periodicals Directory».

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Международный редакционный совет:

Айрян Заруи Геворковна, *кандидат филологических наук, доцент (Армения)*

Арошидзе Паата Леонидович, *доктор экономических наук, ассоциированный профессор (Грузия)*

Атаев Загир Вагитович, *кандидат географических наук, профессор (Россия)*

Ахмеденов Кажмурат Максutowич, *кандидат географических наук, ассоциированный профессор (Казахстан)*

Бидова Бэла Бертовна, *доктор юридических наук, доцент (Россия)*

Борисов Вячеслав Викторович, *доктор педагогических наук, профессор (Украина)*

Велковска Гена Цветкова, *доктор экономических наук, доцент (Болгария)*

Гайич Тамара, *доктор экономических наук (Сербия)*

Данатаров Агахан, *кандидат технических наук (Туркменистан)*

Данилов Александр Максимович, *доктор технических наук, профессор (Россия)*

Демидов Алексей Александрович, *доктор медицинских наук, профессор (Россия)*

Досманбетова Зейнегуль Рамазановна, *доктор философии (PhD) по филологическим наукам (Казахстан)*

Ешиев Абдыракман Молдоалиевич, *доктор медицинских наук, доцент, зав. отделением (Кыргызстан)*

Жолдошев Сапарбай Тезекбаевич, *доктор медицинских наук, профессор (Кыргызстан)*

Игисинов Нурбек Сагинбекович, *доктор медицинских наук, профессор (Казахстан)*

Кадыров Кутлуг-Бек Бекмурадович, *кандидат педагогических наук, заместитель директора (Узбекистан)*

Кайгородов Иван Борисович, *кандидат физико-математических наук (Бразилия)*

Каленский Александр Васильевич, *доктор физико-математических наук, профессор (Россия)*

Козырева Ольга Анатольевна, *кандидат педагогических наук, доцент (Россия)*

Колпак Евгений Петрович, *доктор физико-математических наук, профессор (Россия)*

Курпаяниди Константин Иванович, *доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)*

Куташов Вячеслав Анатольевич, *доктор медицинских наук, профессор (Россия)*

Лю Цзюань, *доктор филологических наук, профессор (Китай)*

Малес Людмила Владимировна, *доктор социологических наук, доцент (Украина)*

Нагервадзе Марина Алиевна, *доктор биологических наук, профессор (Грузия)*

Нурмамедли Фазиль Алигусейн оглы, *кандидат геолого-минералогических наук (Азербайджан)*

Прокопьев Николай Яковлевич, *доктор медицинских наук, профессор (Россия)*

Прокофьева Марина Анатольевна, *кандидат педагогических наук, доцент (Казахстан)*

Рахматуллин Рафаэль Юсупович, *доктор философских наук, профессор (Россия)*

Ребезов Максим Борисович, *доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Россия)*

Сорока Юлия Георгиевна, *доктор социологических наук, доцент (Украина)*

Узаков Гулом Норбоевич, *доктор технических наук, доцент (Узбекистан)*

Хоналиев Назарали Хоналиевич, *доктор экономических наук, старший научный сотрудник (Таджикистан)*

Хоссейни Амир, *доктор филологических наук (Иран)*

Шарипов Аскар Калиевич, *доктор экономических наук, доцент (Казахстан)*

Руководитель редакционного отдела: Кайнова Галина Анатольевна

Ответственные редакторы: Осянина Екатерина Игоревна, Вейса Людмила Николаевна

Художник: Шишков Евгений Анатольевич

Верстка: Бурьянов Павел Яковлевич, Голубцов Максим Владимирович, Майер Ольга Вячеславовна

Почтовый адрес редакции: 420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231.

Фактический адрес редакции: 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

E-mail: info@moluch.ru; <http://www.moluch.ru/>.

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый».

Тираж 500 экз. Дата выхода в свет: 28.12.2016. Цена свободная.

Материалы публикуются в авторской редакции. Все права защищены.

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

На обложке изображен представитель древнего русского рода князь *Борис Борисович Голицын* (1862—1916 гг.), один из основоположников российской и мировой сейсмологии. Именно академик Голицын внес богатейший вклад в отечественную науку, сделав ряд открытий в механике, физической географии, физике, сейсмологии и геофизике.

Блестяще окончив кадетское Морское училище в Петербурге, Борис Борисович Голицын в 1884 году поступил в Морскую академию, которую, как и училище, с отличием окончил в 1886 году. Еще в юношеском возрасте почувствовав призвание к науке, Голицын решил пожертвовать военной карьерой. Молодой князь уехал за границу, где поступил в Страсбургский университет. В 1890 году Борис Борисович Голицын защитил диссертацию по молекулярной оптике и получил степень доктора философии Страсбургского университета.

Дальнейшая научная деятельность знаменитого ученого развивается стремительно: в 1891—1894 годах, будучи приват-доцентом Московского университета, Голицын осуществил ряд значимых исследований, в частности в области чернотельных излучений. Оканчивая Московский университет, Борис Голицын представил к защите диссертационный доклад, состоявший из двух частей: «Исследования по математической физике» и «О лучистой энергии». Новаторские идеи в области теплового излучения вызвали резкие возражения именитых русских физиков, в част-

ности А. Г. Столетова, который был рецензентом диссертационной работы молодого ученого. Диссертация была отклонена, но через 7 лет именно эта работа стала основой, на которой зародилась квантовая физика.

Вскоре Голицын стал адъюнктом Императорской Академии наук. В этой должности ученый сосредоточил все свои силы на создании нового ответвления науки — сейсмологии. 1903 год стал знаковым годом в карьере Бориса Борисовича: он получил впечатляющие результаты своих разработок по сейсмологии и зарегистрировал свое главное изобретение — сейсмограф Голицына. В 1906 году Голицын основал в Пулково Центральную сейсмологическую станцию и в дальнейшем реорганизовал всей сейсмологической системы Российской империи.

В 1908 году Голицын стал академиком, а в 1911 году в Манчестере на три года был избран президентом Международной сейсмологической ассоциации. В 1913 году он возглавил физическую обсерваторию Императорской Академии наук. Во время Первой мировой войны Борис Борисович Голицын организовал и возглавил Главное военное-метеорологическое управление, в котором проработал до конца своей жизни.

В 1916 году в возрасте 54 лет академик Борис Борисович Голицын умер от воспаления легких и был похоронен в Свято-Троицкой Александро-Невской лавре.

Людмила Вейса, ответственный редактор

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

Ильясов Э. С.

Применение модели градиентного бустинга
для прогнозирования развития диабета1

ФИЗИКА

**Дубров А. В., Завалов Ю. Н., Дубровин Н. Г.,
Макарова Е. С.**

Применение методов обработки видеоданных
для анализа процессов при сплавлении
металлического порошка
лазерным излучением..... 5

**Парпула О. А., Костров Г. А., Ермолаев А. В.,
Поляков И. В.**

Влияние примесей инертного газа на режимы
генерации магнетрона 8

Суюнжанова У. П., Бейсенов Х. И., Исатаев М. С.

Экспериментальное исследование теплообмена
при струйном обтекании конуса 10

ХИМИЯ

Голышкин А. В., Альмяшева Н. Р.

Сравнение различных видов химических
предобработок соломы пшеницы
и опилок бука14

ИНФОРМАТИКА

**Булгакова В. П., Кривопалова С. Е.,
Польшакова Н. В.**

Применение автоматизированных
информационных систем управления
на предприятиях пищевой промышленности18

**Кожевникова И. С., Ананьин Е. В.,
Лысенко А. В., Никишова А. В.**

Контролируемые методы машинного обучения
как средство детектирования
сетевых вторжений 20

Косичкина А. С.

Особенности проектирования и разработки
электронных образовательных ресурсов
для образовательной организации23

**Лысенко А. В., Кожевникова И. С.,
Ананьин Е. В., Никишова А. В.**

Выявление компонентов операционной системы,
требующих защиты от вредоносных программ.. 27

Рудниченко А. К.

Опасность использования примитивных средств
разграничения доступа Windows на предприятии.
Средства защиты информации 30

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Алексеев К. Н., Захаров Е. В.

Влияние полипропиленового волокна
на сопротивляемость цементного камня
динамическим воздействиям32

Антонова Д. О.

Анализ систем жидкостного охлаждения
электронной аппаратуры.....36

Аскарова А. С., Болегенова С. А.,

Болегенова С. А., Оспанова Ш. С.,

Амангелди А. С., Картанбаев Ж. Ж., Киреев А. К.

Компьютерное моделирование процессов
распыла и дисперсии капель жидких топлив
в камере сгорания41

**Асминин В. Ф., Осмоловский Д. С.,
Дружинина Е. В.**

Математическое моделирование снижения шума от пильного диска, достигаемого применением вибродемпфирующих прокладок с сухим трением46

Бикбаева Н. А.

Обследование несущих конструкций зданий после воздействия высоких температур52

Бирюкова Н. П.

К вопросу подготовки технологов для малых предприятий швейной отрасли в рамках дипломного проектирования55

Бузыкаева Е. С.

Совместная работа железобетонных плит перекрытий и стальных балок57

Васенин А. С., Шумков А. Г.

Обзор неисправностей, возникающих при эксплуатации двигателя внутреннего сгорания, использующего в качестве топлива компримированный природный газ60

**Дворцов П. А., Комаров И. Н., Вафина Д. Р.,
Уразайкин С. В.**

Автоматизация и диспетчеризация инженерных систем61

Джураев К. С., Мукольянц А. А.

Перспективы и особенности строительства ГАЭС в Узбекистане64

Долаева З. Н., Казиева А. Р.

О некоторых проблемах реконструкции жилых зданий68

Елизаров В. В., Елизарова А. В., Суринский Д. О.

Негативное воздействие синантропных птиц на АПК и методы борьбы с ними70

Елизарова А. В., Елизаров В. В., Устинов Н. Н.

Состояние и перспектива развития мехатронных систем в сельском хозяйстве73

Жанкоразова Н. Н., Амиров А. Ж.

Принципы разработки и создания структуры базы данных75

Загинайло М. В., Каплун В. В.

Применение технологии вероятностных экспертных систем для оценки заключений системы мультифакторной аутентификации77

Каплун В. В., Цветкова О. Л., Загинайло М. В.

Подход к моделированию процессов функционирования систем защиты информации80

Кузьмина О. В.

Мероприятия по улучшению условий труда по фактору «световая среда» на рабочих местах в механическом цехе83

Кузьмина О. В.

Обеспечение безопасности при эксплуатации грузоподъемных машин87

Кулигина Е. С.

Методика обследования лесопильного цеха деревообрабатывающего предприятия ОАО «Якутуглестрой»91

Курамбаев Ш. Р., Байжанов Н. И.,

Собирова Р. Х., Шеров М. А.

Особенности масла из тыквы сорта «Атлант», выращенной в Хорезмской области95

Ларина Е. А., Глушко А. А.

Сканирующие методы получения отпечатков пальцев97

МАТЕМАТИКА

Применение модели градиентного бустинга для прогнозирования развития диабета

Ильясов Эдуард Сергеевич, магистрант

Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники»

Алгоритм градиентного бустинга (Gradient Boosting) используется в задачах обучения с учителем. Данный тип задач отличается от задач обучения без учителя тем, что на этапе обучения построенной модели мы имеем метки классов для объектов из обучающей выборки (в задаче классификации), либо числа из множества всех действительных чисел (в задаче регрессии). Обозначим \mathbf{x}_i — объекты обучающей выборки, которые представляют собой вектор конечной размерности, а y_i — целевая переменная для объекта с индексом i . Под моделью в задачах обучения с учителем обычно понимают математическую структуру, которая позволяет предсказывать y_i по \mathbf{x}_i . Одной из типичных моделей для данного типа задач является линейная модель, в которой предсказанием является линейная комбинация весов элементов объектов обучающей выборки (признаков).

$$\hat{y}_i = \sum_j \theta_j x_{ij}$$

Параметры модели — это переменные, которые участвуют в описании модели и являются ее неопределенной частью. На этапе обучения происходит подбор таких параметров, которые минимизируют функционал качества. Функционал качества состоит из функции потерь (loss) и параметра регуляризации.

$$obj(\theta) = L(\theta) + \Omega(\theta)$$

Функция потерь является мерой того, насколько хорошо обученная модель предсказывает целевую переменную на обучающей выборке. Типичными примером функции потерь являются среднеквадратичная ошибка (MSE) в задачах регрессии и логистическая функция потерь (logistic loss) в задачах классификации.

$$L(\theta) = \sum_i (y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$L(\theta) = \sum_i [y_i \ln(1 + e^{-\hat{y}_i}) + (1 - y_i) \ln(1 + e^{\hat{y}_i})]$$

Параметр регуляризации вводится для того, чтобы построенная модель не переобучалась на обучающей выборке. Основой модели «Экстремального градиентного бустинга» являются наборы классификационных и регрессионных деревьев (CART).

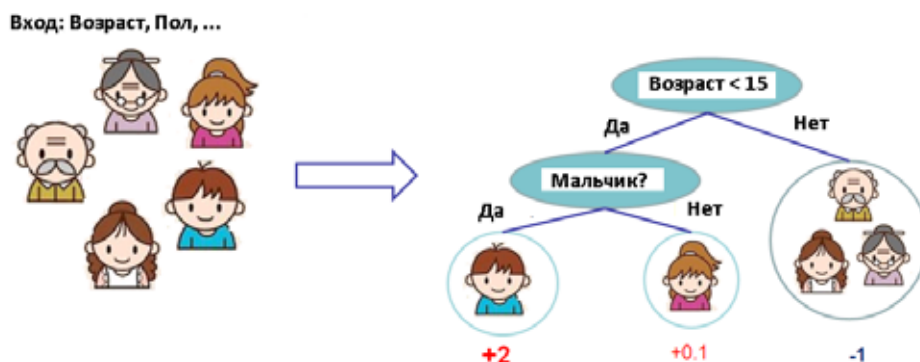


Рис. 1

Рассмотрим работу модели CART на примере классификации того, насколько каждый из членов семьи любит играть в компьютерные игры. Мы классифицируем членов семью по различным листьям дерева и назначаем каждому листу числовую метку. Модель CART отличается от модели, построенной на основе решающих деревьев тем, что в CART метки назначаются каждому листу деревьев, что дает лучшую интерпретацию того, как работает классификация в данных задачах. Обычно в моделях используют не одно дерево, а несколько (ансамбль деревьев), так как одно дерево не обладает хорошей обобщающей способностью. Метки, полученные для одних и тех же объектов в разных деревьях, складываются, что дает новую метку для каждого объекта.

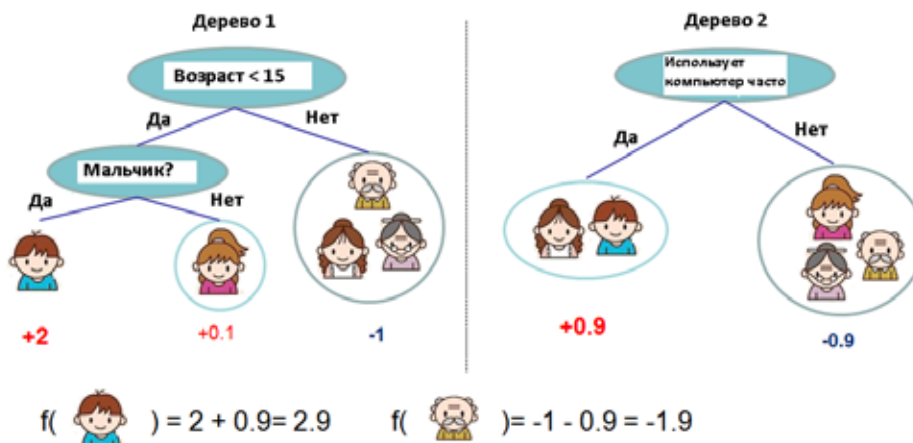


Рис. 2

Если посмотреть на рисунок 2, то можно отметить тот факт, что два дерева дополняют друг друга. Математически это можно записать следующим образом:

$$\hat{y}_i = \sum_{k=1}^K f_k(x_i), f_k \in F$$

где K — это количество деревьев в модели, f — функция в функциональном пространстве FF , которое представляет собой набор всех возможных деревьев модели CART. Таким образом, функционал качества, который необходимо минимизировать в рамках данной задачи имеет вид:

$$obj(\theta) = \sum_i^n l(y_i, \hat{y}_i) + \sum_{k=1}^K \Omega(f_k)$$

После того как мы определили функционал качества и описали модель необходимо понять, как обучать построенную модель. Решающие деревья обучаются так же, как и другие модели задач обучения с учителем, а именно путем минимизации функционала качества. Пусть мы имеем следующий функционал качества:

$$obj = \sum_{i=1}^n l(y_i, \hat{y}_i^{(t)}) + \sum_{i=1}^t \Omega(f_i)$$

Первым шагом является определение параметров решающих деревьев. Как видно из функционала качества, параметром являются функции f_i , которые содержат в себе структуру деревьев и меток листьев. Оптимизация введенного функционала качества отличается от задачи традиционной оптимизации, когда можно взять градиент от функции и найти ее минимум методом градиентного спуска. Обучение ансамбля деревьев за один проход является нелегкой задачей. Введем понятие аддитивной стратегии. Зафиксируем, что мы обучили на данный момент, и на каждой итерации будем добавлять одно новое дерево.

$$\hat{y}_i^{(0)} = 0$$

$$\hat{y}_i^{(t)} = \sum_{k=1}^t f_k(x_i) = \hat{y}_i^{(t-1)} + f_t(x_i)$$

Вопрос состоит в том, какое из деревьев добавлять на каждом шаге. Ответ на этот вопрос очевиден: необходимо добавлять дерево, с учетом которого функционал качества уменьшается. Если рассматривать среднеквадратичную ошибку в качестве функционала качества, она принимает следующий вид:

$$\begin{aligned} obj^{(t)} &= \sum_{i=1}^n \left(y_i - \left(\hat{y}_i^{(t-1)} + f_t(x_i) \right) \right)^2 + \sum_{i=1}^t \Omega(f_i) \\ &= \sum_{i=1}^n [2(\hat{y}_i^{(t-1)} - y_i)f_t(x_i) + f_t(x_i)^2] + \Omega(f_t) + const \end{aligned}$$

В общем случае, мы применяем разложение в ряд Тейлора функционала качества до второго порядка:

$$obj^{(t)} = \sum_{i=1}^n [l(y_i, \hat{y}_i^{(t-1)}) + g_i f_t(x_i) + \frac{1}{2} h_i f_t^2(x_i)] + \Omega(f_t) + const$$

где g_i, h_i определяются следующим образом

$$g_i = \partial_{\hat{y}_i^{(t-1)}} l(y_i, \hat{y}_i^{(t-1)})$$

$$h_i = \partial_{\hat{y}_i^{(t-1)}}^2 l(y_i, \hat{y}_i^{(t-1)})$$

После того, как мы избавимся от всех констант, получаем функцию потерь для шага t . Полученную функцию мы минимизируем для каждого нового дерева, которое добавляется в модель на шаге t .

Рассмотрим работу модели градиентного бустинга, решив задачу прогнозирования сахарного диабета с использованием языка программирования *Python* и библиотеки *XGBoost*. Набор данных для обучения, который предоставляет Университет Джонса Хопкинса, состоит из объектов, каждый из которых имеет 8 признаков и одну целевую переменную. Объектами являются женщины в возрасте от 21 года индийского наследия Пима. Признаками объектов являются:

- 1) Количество беременностей
- 2) Плазменные концентрации глюкозы в тесте на допустимое отклонение глюкозы
- 3) Диастолическое артериальное давление
- 4) Толщина кожи в области трицепса
- 5) Количество инсулина
- 6) Индекс массы тела
- 7) Diabetes pedigree function
- 8) Возраст

Целевой переменной является метка класса: 0 — прогноз, на предрасположенность к заболеванию сахарным диабетом в ближайшие 5 лет, 1 — прогноз, на не предрасположенность к заболеванию сахарным диабетом в ближайшие 5 лет.

Загрузим наборы данных и подготовим их для обучения и оценки качества с помощью модели *XGBoost*.

```
import numpy
import xgboost
from sklearn import cross_validation
from sklearn.metrics import accuracy_score
# load data
dataset = numpy.loadtxt('pima-indians-diabetes.csv', delimiter=',')
```

Необходимо разделить столбцы исходного набора данных на обучающую выборку и целевую переменную.

```
# split data into X and y
X = dataset[:,0:8]
Y = dataset[:,8]
```

Также необходимо разбить обучающую выборку на две части: первая будет участвовать в обучении модели, а вторая (отложенная выборка) — в оценке качества обученной модели.

```
# split data into train and test sets
seed = 7
```

```
test_size = 0.33
```

```
X_train, X_test, y_train, y_test = cross_validation.train_test_split(X, Y, test_size=test_size, random_state=seed)
```

Так как целевая переменная принимает конечное число значений (0 или 1), мы имеем дело с задачей классификации. Для решения подобных задач в библиотеке *XGBoost* есть класс *XGBClassifier*, который позволяет решать задачи классификации при помощи метода градиентного бустинга. Метод *fit* данного класса принимает в качестве входных параметров обучающую выборку и целевую переменную и обучает модель по входным данным.

```
# fit model no training data
model = xgboost.XGBClassifier()
model.fit(X_train, y_train)
```

После того как модель обучена, можно делать предсказания по отложенной выборке. Для того чтобы сделать предсказание по отложенной выборке, необходимо ее передать на вход в функцию *predict* объекта *XGBClassifier*. Выходным значением функции *predict* является вектор размерности (1, количество объектов в выборке, которая подается на вход), который содержит в себе вероятности отнесения объекта с индексом *i*, к классу 0. Чтобы получить валидные метки класса (0 или 1) необходимо округлить полученные вероятности до 0 или 1.

```
# make predictions for test data
y_pred = model.predict(X_test)
predictions = [round(value) for value in y_pred]
```

Для оценки качества построенной модели используется метод *accuracy_score* из библиотеки *sklearn*. На вход он принимает полученные предсказания и действительные метки классов, а на выходе мы получаем долю правильно классифицированных объектов.

```
# make predictions for test data
y_pred = model.predict(X_test)
predictions = [round(value) for value in y_pred]
```

Accuracy: 77.95 %

В итоге мы получили качество 77.95 %, что является хорошим качеством, учитывая тот факт, что мы имеем в наличии небольшой набор данных.

Литература:

1. <http://xgboost.readthedocs.io/en/latest>
2. Deep Learning (Adaptive Computation and Machine Learning series), Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, 2016
3. Python Machine Learning, Sebastian Raschka, 2015.

ФИЗИКА

Применение методов обработки видеоданных для анализа процессов при сплавлении металлического порошка лазерным излучением

Дубров Александр Владимирович, кандидат физико-математических наук, научный сотрудник;
Завалов Юрий Николаевич, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник;
Дубровин Николай Глебович, младший научный сотрудник;
Макарова Елена Сергеевна, младший научный сотрудник

Институт проблем лазерных и информационных технологий — филиал Федерального научно-исследовательского центра «Кристаллография и фотоника» РАН

Изготовление изделий с использованием селективного плавления металлических порошков под действием концентрированных потоков энергии (лазеры, электронные пучки) — активно развивающееся научное и промышленное направление. К настоящему моменту еще отсутствует полное понимание того, какие режимы обработки конкретных материалов должны быть использованы, чтобы получить изделия с желаемыми механическими качествами (твёрдость, прочность, остаточные напряжения). В процессе плавления металлического порошка происходит активное движение образующегося расплава. Основной причиной являются такие капиллярные эффекты, как конвекция Марангони (вызванная градиентом температуры на свободной поверхности) и коалесценция (объединение расплавленных частиц). При этом, форма застывающего слоя, тепловые поля, процессы нуклеации и роста кристаллов — зависят от структуры течения жидкости и, в свою очередь, оказывают определяющее влияние на результирующие свойства материала [1].

В данной работе показаны возможности использования автоматизированных методов обработки последовательности изображений для характеристики процессов, протекающих при сканирующем воздействии мощного лазерного излучения на предварительно уложенный слой металлического порошка. Исследуемые процессы протекают в пространственной области размером в несколько сотен микрон. Высокая температура, нестационарность процессов и перемещение исследуемой области в пространстве затрудняют наблюдение и диагностику.

Экспериментальная установка

Для регистрации динамики поверхности расплава в процессе лазерного сплавления металлического порошка в слое был использован метод высокоскоростной видеосъёмки. Схема проведения измерений приведена на рисунке 1. Использовалась экспериментальная установка послойного селективного лазерного плавления на основе СО₂-лазера киловаттного уровня мощности [2]. Скорость сканирования устанавливалась до 100 мм/с, мощность лазера — от 150 до 500 Вт в зависимости от скорости сканирования. Излучение фокусировалось в пятно диаметром 0.4 мм. Использовался порошок сплава ВКНА-1ВР с гранулометрическим составом 10...50 мкм.

Динамика сплавления порошка регистрировалась с помощью установленной под углом цифровой видеокамеры Vopito CL-400B/C в условиях внешней подсветки. Разрешение матрицы камеры составляет 2320x1726 пикселей. Выборка строчки 2320 пикселей длится 3 мкс, при этом камера предоставляет возможность задавать требуемое число регистрируемых строк матрицы, тем самым определяя минимально допустимую длительность экспозиции кадра. В работе использовалась частота съёмки 724 Гц. Применялся режим освещения объекта исследования с помощью матрицы люминесцентных диодов зеленой линии.

В результате анализа полученных видеоданных были выделены для исследования 5 типов характерных процессов.

1. Вылет брызг расплавленного металла;
2. Образование отдельных капель расплава на поверхности подложки («balling» — эффект);

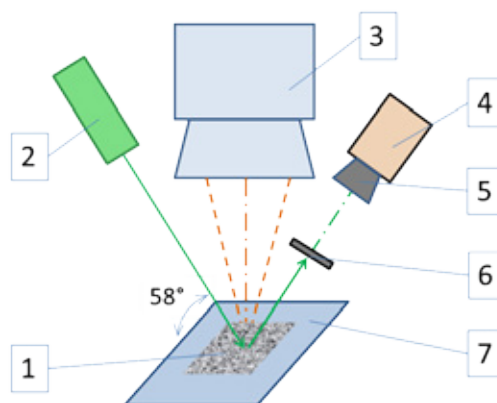


Рис. 1. Схема экспериментальной установки: 1 — Слой порошка; 2 — Подсветка; 3 — Лазер и сканирующая система; 4 — Высокоскоростная видеокамера; 5 — Макрообъектив; 6 — Оптический фильтр; 7 — Подложка

3. Движение фазовой границы затвердевания;
4. Конвективные движения внутри расплавленных областей;
5. Объединение (коалесценция) отдельных капель.

Метод обработки

Использование компьютерных алгоритмов обработки данных дистанционной диагностики часто применяется для проведения исследований в области воздействия мощного лазерного излучения на материал (например, [3]). Для обработки полученных видеоданных в данной работе применялись методы расчета скоростей PIV (Particle Image Velocimetry) и PTV (Particle Tracking Velocimetry). Данные методы позволяют идентифицировать и характеризовать произошедшее движение путём анализа изменений двух последовательных кадров. Оба метода базируются на расчете функций пространственной корреляции через вычисление быстрого преобразования Фурье (БПФ, FFT).

В методе PIV исследуемое изображение разбивается на множество подобластей для которых вычисляются корреляционные функции. Метод позволяет реконструировать мгновенные распределения поля скоростей.

В методе PTV отслеживается перемещение отдельных объектов (лагранжев подход). Объекты идентифицируются и для каждого из них затем осуществляется поиск соответствия в последующих кадрах (также с использованием корреляционных функций).

Изначально методы были разработаны для обработки изображений, содержащих большое количество мелких трейсерных объектов. При этом в методе PIV размер трейсерных объектов должен быть меньше размера каждой подобласти. В исследуемой задаче это условие не выполняется и отслеживание ведётся по элементам текстуры и деталям объекта.

В работе использовались свободно-распространяемые реализации методов: приложения, работающие на базе пакета математического моделирования MATLAB: PIVlab [4] и PTVlab [5].

Результаты

В ряде случаев в процессе сканирования слоя происходит разделение единого валика на элементы («balling» — эффект). Пленка образующейся расплава рассыпается на отдельные капли из-за недостаточного смачивания подложки. После образования отдельных капель в них происходит конвективное движение жидкости под действием поверхностных термокапиллярных сил. На полученных изображениях локализуются переносимые потоком жидкости объекты, являющиеся, по видимому, недоплавленным частицами порошка или примесными сгустками. Видеоданные такого рода удовлетворительным образом диагностируются как методом PTV, так и методом PIV. Получены оценочные значения скорости таких перемещений до 5 см/с.

При перегреве областей, вскипании или объединении капель может происходить выплёскивание жидкости с образованием брызг. Брызги перемещаются, по оценкам, со скоростями до 1 м/с. При используемой частоте кадров такое движение объекта приводит к его смещению на последовательных изображениях на расстояние порядка нескольких десятков пикселей. Оба метода не в состоянии зафиксировать такое движение. Для решения этой проблемы необходимо использовать более высокие частоты захвата изображений.

По мере остывания капель расплава происходит их затвердевание. При отдалении лазерного луча граница фазового перехода постепенно продвигается через всё каплю. Оценка поля скорости для данного события успешно произведена обоими методами (см. рис. 2). Полученные оценки скорости движения границы кристаллизации: до 0.8 см/с.

Объединение капель расплава происходит достаточно быстро из-за характерно высоких для металлов значений поверхностного натяжения. При используемой частоте кадров процесс объединения происходит за 1–2 кадра. Метод PTV позволяет определить скорость хотя бы одной и капель, а метод PIV даёт зашумленное поле разнона-

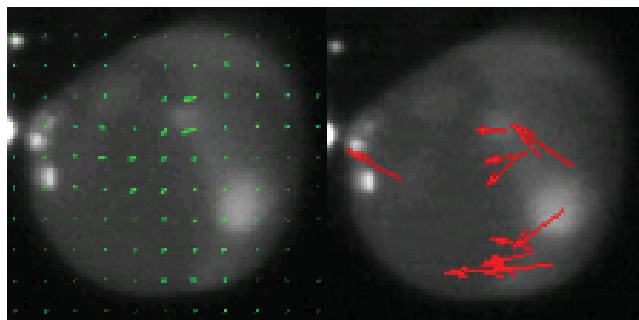


Рис. 2. Анализ видеоизображений движения фазовой границы методами PIV (слева) и PTV (справа)

правленных скоростей. Оценки скорости объединения составляют: 7–15 см/с.

Заключение

Приведенные исследования позволяют говорить о возможности применения методов PIV и PTV для анализа диагностики процесса лазерного сплавления металлического порошка в слое. Несмотря на то, что в используемых видеоданных отсутствовали специализированные трежерные объекты, наличие которых предполагается при использо-

вании оригинальных методов PIV и PTV, а их функцию выполняли естественные элементы изображений, получены результаты, количественно характеризующие отдельные элементы исследуемого процесса. Метод PTV демонстрирует более стабильные результаты на исследованном материале, чем метод PIV. Следует применять более высокую частоту кадров, так как используемой частоты 724 Гц в ряде случаев было недостаточно. Данные методы или отдельные элементы их алгоритмов могут применяться при построении автоматизированных систем мониторинга технологических процессов.

Литература:

1. Gu, D. Laser Additive Manufacturing (AM): Classification, Processing Philosophy, and Metallurgical Mechanisms // Laser Additive Manufacturing of High-Performance Materials. — Berlin: Springer Berlin Heidelberg, 2015. — с. 15–71.
2. Dubrov, A. V., Zavalov Y. N., Mirzade F. Kh., Niziev V. G., Dubrov V. D. On-line diagnostics of the melt surface dynamics during layerwise melting of the metal powder // Conference proceedings. IEEE 7th International Conference on Advanced Optoelectronics and Lasers (CAOL). 2016. с. 166.
3. Dubrov, A. V., Zavalov Y. N., Dubrov V. D. Evaluation of speed of melt evacuation in the technology of laser cutting of metals by the optical correlation method // Technical Physics Letters. — 2014. — Т. 40. № 6. — с. 491–494.
4. Thielicke, W., Stamhuis E. J. PIVlab — Towards User-friendly, Affordable and Accurate Digital Particle Image Velocimetry in MATLAB // Journal of Open Research Software. — 2014. — № 2 (1). — с. 30.
5. Brevis W, Niño Y, Jirka GH. Integrating cross-correlation and relaxation algorithms for particle tracking velocimetry // Experiments in Fluids. — 2011. — № 50 (1). — с. 135–147.

Влияние примесей инертного газа на режимы генерации магнетрона

Парпула Ольга Андреевна, магистр, аспирант;

Костров Георгий Андреевич, магистр;

Ермолаев Александр Владимирович, кандидат физико-математических наук;

Поляков Игорь Вячеславович, кандидат физико-математических наук, доцент
Волгоградский государственный технический университет

В работе приведены исследования влияния частиц инертного газа на выходные характеристики магнетрона. Эксперименты показали, что соответствующим подбором концентрации примеси инертного газа можно добиться смещения частоты генерации на величину большую, чем величина электронного смещения частоты данного прибора.

Ключевые слова: магнетрон, спектр генерации, инертный газ, математическая модель, колебания π -вида

В пространстве взаимодействия магнетронного генератора не всегда возможно добиться абсолютного вакуума, и наличие разного рода примесей является одним из источников шумов. Однако вопрос о влиянии примесей инертных газов на спектр выходного сигнала магнетронов исследован недостаточно, хотя такой способ увеличения уровня шума не требует сложной перестройки конструкции магнетрона, а, следовательно, не потребует серьезных затрат.

Добавим в пространство взаимодействия примесь ионизированного инертного газа. Получать необходимые свойства спектра в этом случае можно изменением концентрации примеси.

Для исследования процессов, протекающих в генерирующем магнетроне при наличии в пространстве взаимодействия примесей инертных газов, используется самосогласованная многочастотная трехмерная модель магнетронного генератора [1, 2] реализованная методом «крупных частиц».

Наличие примеси ионов в потоке частиц приводит к смещению частоты генерации. Величина смещения зависит от значения средней объемной плотности простран-

ственного заряда и линейно возрастает с ростом количества ионов примеси.

Увеличение частоты генерации связано с тем, что скорость вращения электронного потока увеличивается, он как бы обгоняет электромагнитную волну, возбуждаемую резонансной системой магнетрона. Это может приводить к появлению в спектре выходного сигнала гармоник, уровень которых значительно превышает -40 дБ. На рисунках 1–3 приведены спектры выходных сигналов для трех различных значений модуля средней плотности объемного заряда.

Спектр на рисунке 1 соответствует режиму генерации, при котором объемная плотность положительного заряда равна 3 мКл/м^3 , т. е. меньше объемной плотности отрицательного заряда. В области, близкой к частоте генерации $2,44589 \text{ ГГц}$ уровень, больший чем -40 дБ имеют гармоники с частотами $2,3698 \text{ ГГц}$ ($-26,9$ дБ); $2,2896 \text{ ГГц}$ ($-28,5$ дБ) и $2,2362 \text{ ГГц}$ ($-31,0$ дБ).

Характерной особенностью спектров сигнала в режимах с примесями является нарастание шума в низкочастотной области спектра. Для рассматриваемого спектра в этой области выделяются гармоники с частотами $0,2272$

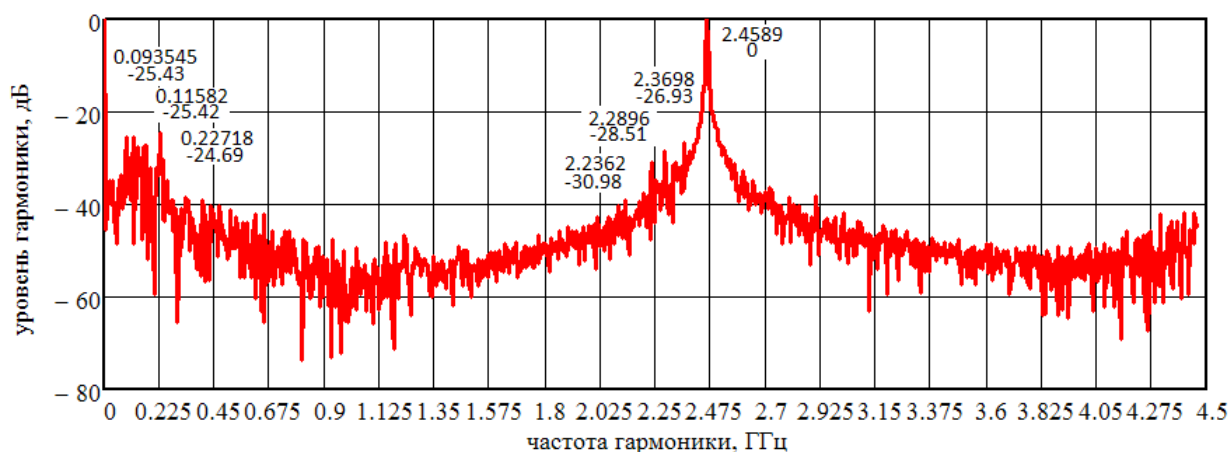


Рис. 1. Спектр выходного сигнала при наличии ионов гелия в пространстве взаимодействия магнетрона. Средняя плотность пространственного заряда ионного потока 3 мКл/м^3

ГГц ($-24,7$ дБ), $0,11582$ ГГц ($-25,4$ дБ) и $0,093545$ ГГц ($-25,4$ дБ).

На следующем рисунке 2 представлен спектр сигнала, объемная плотность положительного заряда которого равна 16 мКл/м³. В данном случае объемная плотность отрицательного заряда меньше положительного в три раза. Частота генерации становится равной $2,4634$ ГГц. Генерируемая мощность частично перераспределяется по боковым гармоникам, лежащим в области, близкой к частоте генерации, что приводит к значительному росту уровней гармоник, соответственно их абсолютных величин. Причем гармоника с частотой $2,3342$ ГГц и уровнем $-12,5$ дБ по абсолютной величине равна приблизительно 200 Вт, а гармоника с частотой $2,597$ ГГц и уровнем $-18,6$ дБ по абсолютной величине равна 100 Вт. Кроме того в этой области уровень выше -40 дБ имеют гармоники с частотами $2,303$ ГГц ($-27,03$ дБ); $2,2095$ ГГц ($-29,7$ дБ).

Но особо заметной становится генерация в низкочастотной области. Здесь у гармоники с частотой $0,12473$

ГГц абсолютной значение равно 320 Вт ($-8,8$ дБ), у гармоники с частотой $0,062$ ГГц абсолютное значение составляет приблизительно 70 Вт ($-21,0$ дБ).

Следует отметить, превышении средней объемной плотности положительного заряда над отрицательным начинается рост уровня гармоник, частота которой приблизительно равна половине частоты генерации. При рассматриваемой концентрации положительного заряда уровень этой гармоника с частотой $1,2339$ ГГц составляет около 40 дБ.

На рисунке 3 представлен спектр, соответствующий режиму генерации, при котором объемная плотность положительного заряда приблизительно в семь раз больше объемной плотности отрицательного заряда и равна 31 мКл/м³. Частота генерации увеличивается до $2,4723$ ГГц, вблизи нее гармоника с частотой $2,3654$ ГГц и уровнем $-16,7$ дБ имеет абсолютной значение приблизительно 150 Вт. Симметричная ей гармоника с частотой $2,5792$ ГГц по абсолютному значению примерно 50 Вт ($-26,7$ дБ).

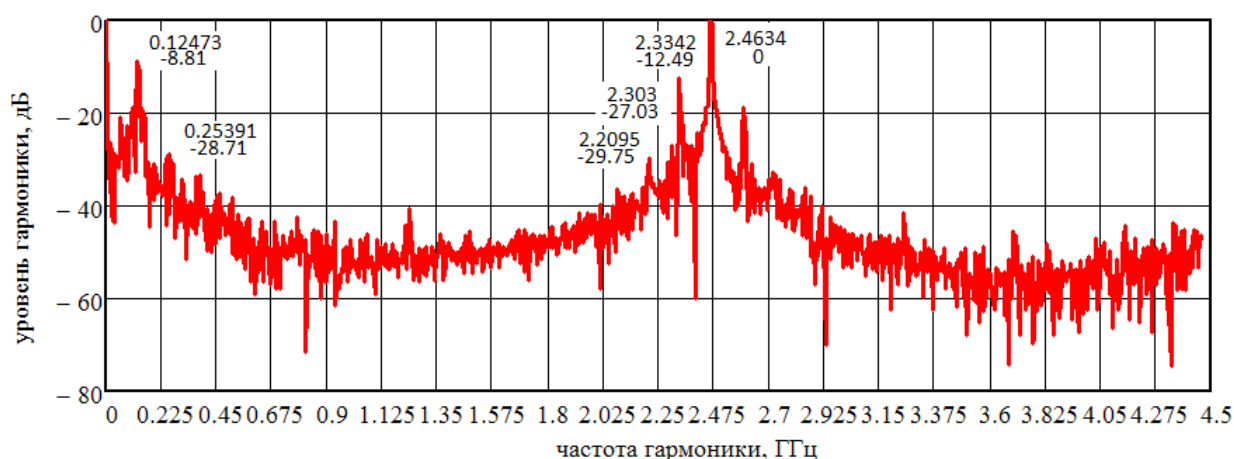


Рис. 2. Спектр выходного сигнала при наличии ионов гелия в пространстве взаимодействия магнетрона. Средняя плотность пространственного заряда ионного потока 16 мКл/м³

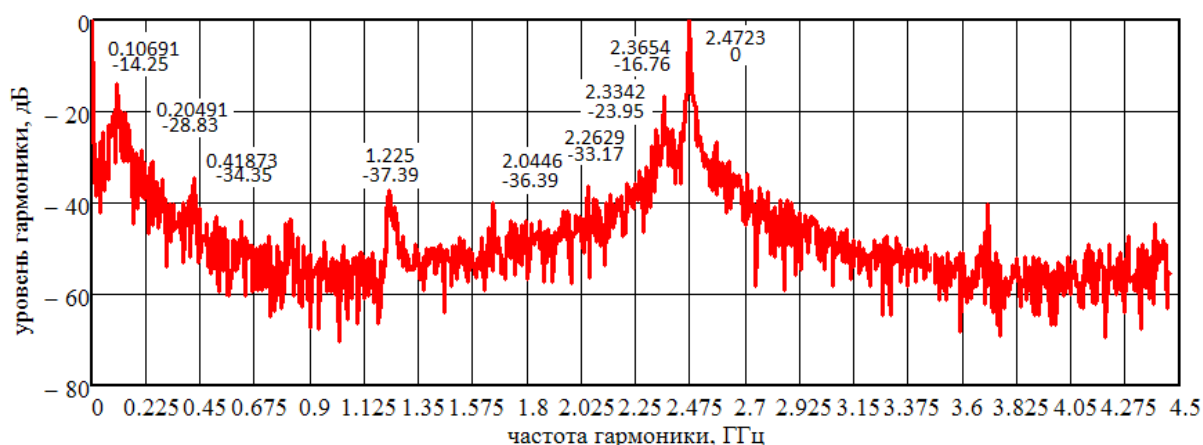


Рис. 3. Спектр выходного сигнала при наличии ионов гелия в пространстве взаимодействия магнетрона. Средняя плотность пространственного заряда ионного потока 31 мКл/м³

Уменьшение мощности боковых гармоник частоты генерации связано с нарастанием уровня шума в низкочастотной области спектра. Здесь максимальная гармоника с частотой 0,10691 ГГц ($-14,2$ дБ) имеет мощность 180 Вт. Несмотря на то, что, т. е. она меньше абсолютное значение чем максимальная гармоника в этой области спектра в предыдущем случае, теряемая в средне-частотной области спектра мощность распределяется по низкочастотной области увеличивая уровень шума.

Также возрастает уровень гармоник с частотой приблизительно равной половине частоты генерации (частота 1,225 ГГц, уровень $-37,4$ дБ) и ее сателлитов.

Таким образом, рост концентрации примеси инертного газа приводит к росту уровня боковых гармоник возле гармоник, соответствующей частоте генерации. При этом

заметно увеличивается уровень шума в низкочастотной области спектра в интервале от 0,1 до 0,3 ГГц, что приводит к уменьшению мощности выходного сигнала.

Исследование влияния примеси ионизированного инертного газа в пространстве взаимодействия магнетрона на спектральный состав выходного сигнала, проведенные с использованием самосогласованной математической модели магнетронного генератора, показали, что соответствующим подбором концентрации примеси инертного газа можно добиться смещения частоты генерации на величину большую, чем величина электронного смещения частоты данного прибора.

При наличии примеси ионов инертного газа возбуждаются боковые гармоник вблизи частоты генерации, уровни которых значительно выше уровня шума.

Литература:

1. Ермолаев, А.В. Численная модель многочастотного взаимодействия в магнетронном генераторе [Текст] / А.В. Ермолаев // Вопросы физической метрологии: Вестник Поволжского отделения Метрологической академии России. — 1999. — Вып. 1. — с. 94–102.
2. Парпула, О.А. Управление спектральным составом выходного сигнала при модуляции электронного потока анодным напряжением / А.В. Ермолаев, И.В. Поляков, О.А. Парпула // Молодой ученый. — 2016. — № 11. — с. 115–119.

Экспериментальное исследование теплообмена при струйном обтекании конуса

Суюнжанова Улпан Пернебайкызы, магистрант;

Бейсенов Хасенкожа Исмаилулы, магистрант;

Исатаев Мухтар Советович, кандидат физико-математических наук, доцент, научный руководитель

Казахский национальный университет имени Аль-Фараби (г. Алматы)

Эксперименты по измерению местного коэффициента теплоотдачи проводились при углах раскрытия конуса $=15^\circ$; 90° . Причем, струя распространялась как от основания конуса в сторону вершины, так и от вершины в сторону его основания. В ходе экспериментов выяснилось влияние параметра поперечной кривизны, угла раскрытия конуса, направление истечения струи, начального и текущего числа Рейнольдса на местный коэффициент теплообмена пристенной струи [1].

Благодаря отсутствию необогреваемого участка в начале струи, динамический и тепловой пограничные слои начинали формироваться одновременно независимо от параметров Re_x и S_R .

Первичные результаты измерений местного коэффициента теплообмена приведены на рис. 1–2. На графиках продольная координата x отсчитывается со среза сопла и продолжает расти вдоль образующей конуса.

Как видно из рис. 1 и 2 значения местного коэффициента теплоотдачи для случая расходящегося конуса с углом при вершине $=15^\circ$ сначала возрастает до $10\div 14$ калибров, затем монотонно уменьшается с удалением от сопла.

По результатам измерений местные коэффициенты теплообмена сходящейся конической струи при $Re_x = 15^0$ обнаружено, что местный коэффициент теплообмена сначала заметно уменьшается, подтверждая наличие ламинарного пограничного слоя, затем на расстоянии $15\div 20$ калибров от сопла, достигнув максимума, что соответствует концу переходного участка, снова начинает уменьшаться, уже в основном участке. Отсюда следует, что в сходящейся пристенной струе область с ламинарным режимом течения гораздо длиннее, чем в расходящейся струе в аналогичных условиях.

На рисунках 3–4 результаты измерения местного коэффициента теплообмена обработаны в координатах $Nu_x = f(Re_{mx})$, где $Nu_x = x/\delta$, $Re_{mx} = u_m \cdot x/\nu$ [2].

Распределение локального коэффициента теплообмена расходящейся конической и радиальной струи приведено на рис. 3. Здесь же приведены расчетные зависимости коэффициента теплообмена:

$$Nu_x = 0.43 Pr^{1/3} Re_x^{1/2} \quad (1)$$

$$Nu_x = 0.0306 Pr^{1/4} Re_x^{0.8} \quad (2)$$

$$Nu_x = 0.038 Pr^{1/4} Re_x^{0.8} \quad (3)$$

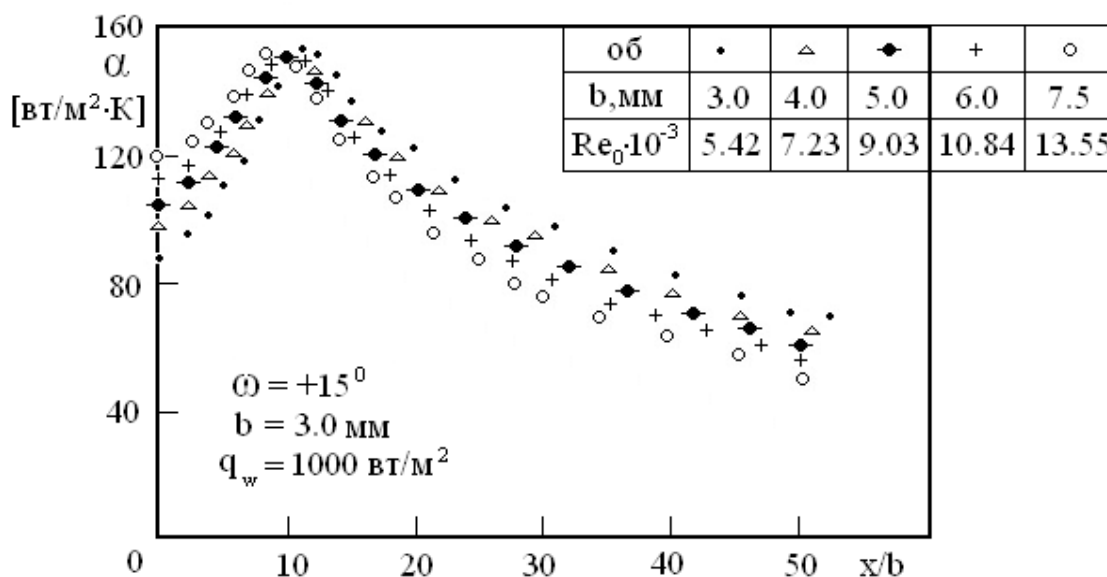


Рис. 1. Местные коэффициенты теплообмена в расходящейся конической струе $u_0=\text{const}$, $b=\text{var}$

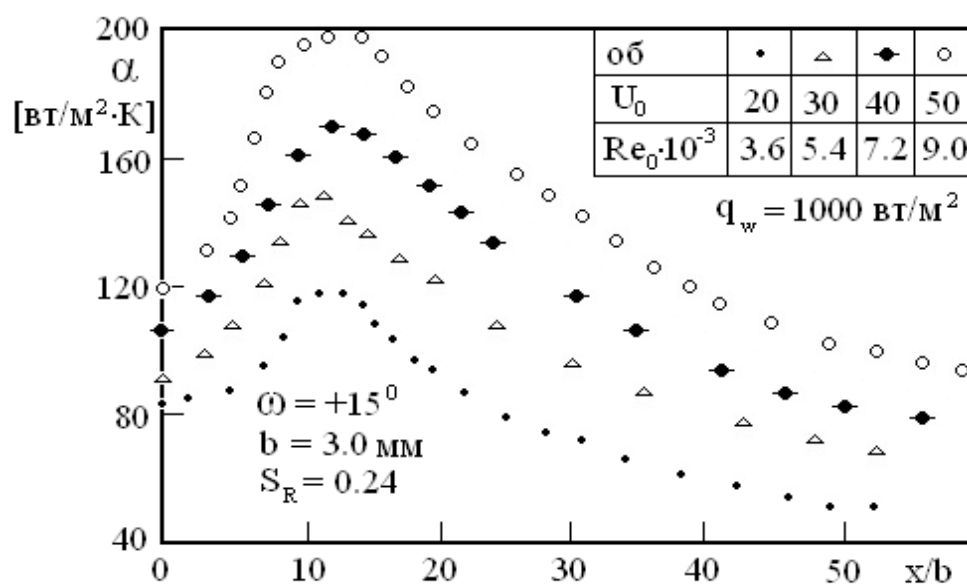


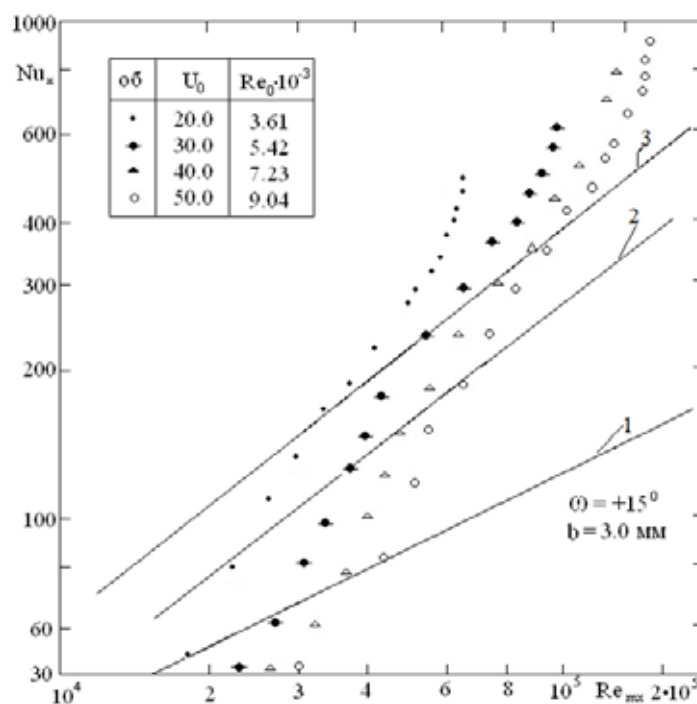
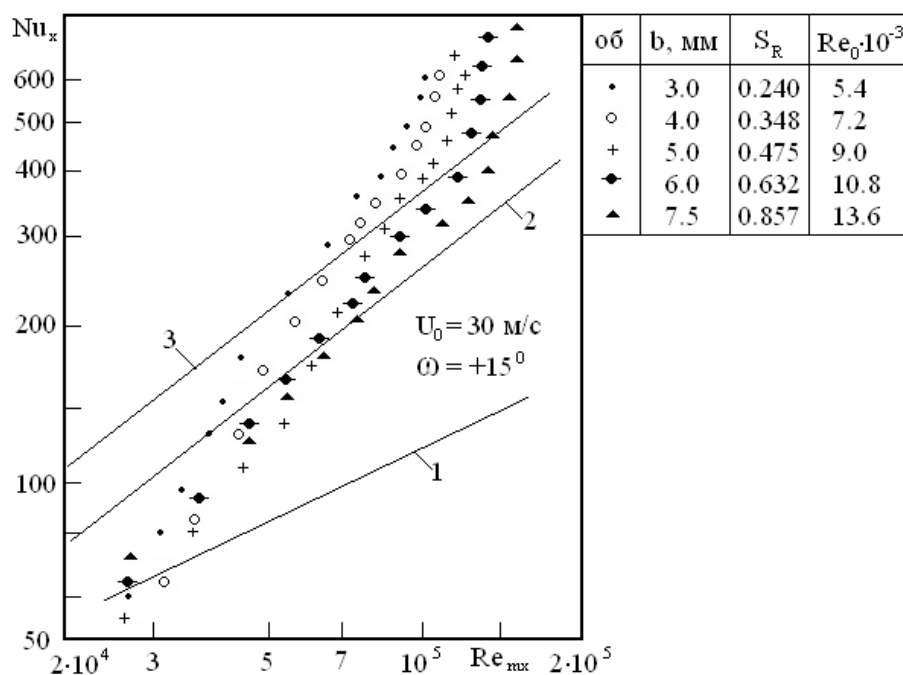
Рис. 2. Местные коэффициенты теплообмена в расходящейся конической струе $b=\text{const}$, $u_0=\text{var}$

соответствующие теплообмену при обтекании пластины ламинарным (линия 1), турбулентным (линия 2), однородным потоком и при струйном обтеканий (линия 3). [3]

Как видно, благодаря влиянию поперечной кривизны обтекаемой поверхности экспериментальные зависимости значительно отличаются от зависимости (3). Аналогичный результат был получен при исследовании теплообмена конуса. Это обусловлено тем, что с удалением от сопла изменение максимальной скорости приближается к зависимости $u_m \cdot \frac{1}{x}$ и значения $Re_{mx} = \frac{U_m * x}{g}$ перестает изменяться с ростом x , хотя продолжается рост значения Nu_x .

Поэтому все экспериментальные данные по измерению местного коэффициента теплообмена были обработаны в координатах $St_0=f(x/b)$ и $St_m=f(x/b)$, где $St_0 = \frac{\alpha}{\rho u_m}$, ρ — плотность воздуха в условиях эксперимента, u_m — максимальная скорость струи в данном сечении.

Применение полуограниченных струйных течений в химическом машиностроении, топочной технике, а также для охлаждения камер сгорания различных устройств вызвало повышенный интерес специалистов в соответствующих исследованиях. В последнее время становятся все более актуальными исследования турбулентного обмена

Рис. 3. Местный коэффициент теплообмена раходящейся струи при различных u_0 , $b = \text{const}$.Рис. 4. Местный коэффициент теплообмена раходящейся струи при различных S_R

в полуограниченных струях и потоках, в связи с перспективой применения их результатов для очистки приземного воздушного бассейна.

В имеющихся работах рассматривались закономерности аэродинамики и теплообмена при продольном обтекании струей плоской пластины, цилиндра и шара, для которых выявлены основные закономерности течения.

Одной из разновидностей полуограниченных течений является струйное обтекание круглого конуса, «изучению которого посвящено совсем немного работ. Большинство имеющихся теоретических работ рассматривают, в основном, сверхзвуковое обтекание конуса или обтекание конуса ламинарной струей, где допустимы определенные пренебрежения. Экспериментальные работы ограничи-

ваются рассмотрением случая, когда струя распространяется в сторону основания конуса и в целом не раскрывают полной картины полуограниченных струйных течений. Практически отсутствуют работы по изучению закономерностей сходящейся конической и радиальной полуограниченных струй. В то же время, изучение аэродинамики и теплообмена полуограниченной струи, распространяющейся вдоль конуса, как в сторону основания, так и в сторону вершины даёт возможность подойти к решению задач пристенного турбулентного течения, поскольку вопрос об обтекании конуса обобщает большой класс задач струйного обтекания поверхностей различной геометрии.

Вывод:

В данной работы экспериментально исследовалось влияния числа Рейнольдса, параметра поперечной кривизны и угла раскрытия конуса на местные коэффициенты

теплообмена в расходящейся и сходящейся турбулентной полуограниченной струе, распространяющейся по поверхности конуса. Экспериментальные исследования коэффициента местной теплоотдачи проводились при углах раскрытия конуса $\omega = 15,00; 90,00$. Результаты показали, что в расходящейся струе ($\omega = 15,00$) на высоте между 10–14 калибрами наблюдается в начале рост, а затем равномерное уменьшение коэффициента местной теплоотдачи.

Показано, что обработка данных теплообмена в координатах $Nu_x = f(Re_{mx})$ для расходящейся конической струи не корректна. Экспериментальные данные лучше обобщаются в координатах $St_m = f(x/b)$. Но влияние параметра поперечной кривизны и угла раскрытия конуса не может быть учтено только коэффициентами, зависящими от параметров S_R и ω , а зависит также от продольной координаты x .

Литература:

1. Акатнов, Н.И. Распространение плоской ламинарной струи несжимаемой жидкости вдоль твердой стенки // Труды ЛПИ им. М.И. Калинина. 1989. № 1. — С. 171–173.
2. Исатаев, С.И. Распространение ламинарной полуограниченной струи, вытекающей из кольцевого источника конечного диаметра, вдоль цилиндрической, конической и сферической поверхностей // Прикладная теплофизика.-Алма-Ата, 1987. Вып. 2.
3. Цуккер, М.С. Ламинарная несжимаемая струя, бьющая из радиально-щелевого диффузора вдоль стенки // ПММ. 1999. Т. 18. Вып. 6. — С. 757–761.

ХИМИЯ

Сравнение различных видов химических предобработок соломы пшеницы и опилок бука

Голышкин Александр Владимирович, аспирант;

Альмяшева Наиля Рафиковна, аспирант

Российский государственный университет нефти и газа имени И. М. Губкина (г. Москва)

Предобработка различными химическими реагентами — один из основных способов предобработки, который применяется в современной промышленности для получения продуктов из лигноцеллюлозного сырья. В данной работе проводилось сравнение десяти различных способов химической предобработки двух субстратов — опилок бука и соломы пшеницы. Крупность образцов составляла 0,24–0,312 мм. Сравнение проводилось по двум показателям — потере исходного сырья при предобработке и выходу редуцирующих веществ при кислотном гидролизе 1,5 % серной кислотой при температуре 120 °С. Показано влияние температурного режима процесса на эффективность предобработки лигноцеллюлозного сырья. Лучшие результаты по выходу редуцирующих веществ были получены после предобработки с использованием ионной жидкостью и уксусной кислотой.

Ключевые слова: предобработка, лигноцеллюлозное сырье, кислотный гидролиз

Растительная биомасса является самым распространённым в природе возобновляемым источником сырья для получения ценных продуктов пищевой и химической промышленности. Целевым продуктом переработки лигноцеллюлозного сырья являются моносахара, которые извлекают кислотным или ферментативным гидролизом. Пентозы и гексозы, полученные из растительной биомассы, могут быть использованы как в чистом виде (компоненты питательных сред в биотехнологических процессах), так и являться прекурсорами ценных компонентов для химической промышленности (из пентоз получают фурфурол, фурфуроловый спирт, фуран-2-карбоновую кислоту; из гексоз можно, в перспективе, получать 5-гидроксиметилфурфурол и его производные). Трудность осуществления процесса гидролиза (как кислотного, так и ферментативного) в промышленном масштабе заключается в том, что природное растительное сырьё имеет многокомпонентный состав. Структурными единицами лигноцеллюлозы являются лигнин (нерегулярный полимер, составленный преимущественно из фенилпропана и его производных), гемицеллюлозы (растительные полисахариды, состоящие из пентоз, гексоз и остатков урновых кислот; имеют аморфную структуру) и целлюлоза (полисахарид - глюкозы; имеет кристаллическую струк-

туру). Для облегчения процесса гидролиза растительное сырьё подвергают процессу предобработки, нацеленного на изменение компонентного состава (например, делигнификация) или кристаллической структуры (предобработка ионными жидкостями) [1]. Например, предобработка разбавленной серной кислотой в концентрациях 0,22–1,2 % при высоких температурах позволяет практически полностью извлечь гемицеллюлозы и существенно повысить выход глюкозы при дальнейшем ферментативном гидролизе кукурузных початков [2]. Похожие результаты были получены при использовании разбавленной соляной кислоты. Отмечена высокая эффективность извлечения гемицеллюлоз в результате совмещения процесса кислотного гидролиза и обработки гидроксидом кальция [3]. Также известна работа, посвященная исследованию щелочной предобработки растительных субстратов [4.]. Было показано, что использование щелочей целесообразно в случае дальнейшего ферментативного осахаривания сырья, т. к. использование кислот в процессе предобработки способствует накоплению в субстрате ингибиторов ферментов. Также высокий выход сахаров в результате ферментативного гидролиза отмечен после предобработки водными растворами аммиака (25–28 %) [5]. Среди эффективных и перспективных методов стоит отметить окислительную

предобработку. Например, использование водного раствора перекиси водорода позволило эффективно гидролизовать целлюлозу стеблей табака за счет частичной делигнификации и удалении гемицеллюлоз [6]. Использование H_2O_2 существенно изменило кристаллическую структуру субстрата, что было доказано с использованием электронной микроскопии и методом дифракции рентгеновских лучей. Высокая степень делигнификации была достигнута в процессе предобработки с использованием надкислоты. Так, при смешении уксусной кислоты и пероксида водорода, образуется надуксусная кислота — высоко эффективный окислитель. Проведение предобработки раствором такой кислоты позволила удалить 98% лигнина с сохранением 68% гемицеллюлоз [7]. В качестве высокоэффективных реагентов для предобработки зарекомендовала себя группа органических солей с низкой температурой плавления — ионные жидкости. Они являются хорошими растворителями полимеров и способны растворять целлюлозу. С их помощью возможно эффективно удалять лигнин и гемицеллюлозы, а целлюлоза, растворяясь в ионных жидкостях теряет свою кристалличность и способна легко гидролизоваться [8].

Для определения наиболее эффективного метода необходимо проведение сравнения различных методов предобработки в условиях одного эксперимента. Как правило, в процессе изучения предобработки выбирается один или несколько методов и несколько субстратов и производится оптимизация процесса/ов. Сравнение методов ведут с использованием данных других статей. Однако, даже использование одного (по наименованию) исходного сырья и соблюдение протокола исследований не всегда позволяет получить воспроизводимые результаты. Это связано, прежде всего, с тем, что исходное сырье — растительная биомасса — является нерегулярным по составу. Влияние предобработки на исходный субстрат оценивается по выходу сахаров при гидролизе. Катализаторами процесса могут выступать разбавленные кислоты или ферменты, способные эффективно гидролизовать только гемицеллюлозы и аморфные участки целлюлозы. Кристаллическая целлюлоза практически не гидролизует в мягких условиях.

Целью данной работы является проведение сравнения различных химических методов предобработки соломы пшеницы и опилок бука по критерию выхода редуцирующих сахаров.

Методика

Материалы

Серная кислота (хч, ООО «Химмед», Россия), соляная кислота (хч, ООО «Химмед», Россия), уксусная кислота (хч, ЗАО «Вектон», Россия, гидроксид натрия (хч, ООО «Русхим», Россия), гидроксид кальция (хч, ООО «Русхим», Россия), аммиак водный (ОСЧ, ООО «Химмед»), пероксид водорода 37% (тех. Марка А, ООО «Русхим», Россия), [BMIm] Cl (98%, Sigma Aldrich,

США), 3,5-динитросалициловая кислота (98%, Acros, Бельгия), натрий калий винокистый 4-водный (чда, ООО «Русхим», Россия), фенол (чда, ЗАО «Вектон», Россия). Опилки бука и солома пшеницы крупностью 0,24–0,315 мм предварительно высушивали при 60 °C в течение 48 часов.

Предобработка

Предобработка субстратов производили при температурах 80 °C и 120 °C. Образцы лигноцеллюлозного сырья взвешивали на аналитических весах с точностью 0,01 г. Температуру 80 °C поддерживали с помощью циркуляционного термостата температуру 120 °C — с помощью автоклава. В пробирку с завинчивающейся крышкой помещали навеску лигноцеллюлозного сырья 400 ± 1 мг, добавляли реакционную смесь в количестве 4 г (таблица 1). Содержимое пробирки интенсивно перемешивали.

Определение убыли сырья при проведении предобработки.

После проведения предобработки реакционные сосуды воздушно охлаждали до комнатной температуры в течение 30 минут. Реакционную смесь фильтровали на воронке Бюхнера с использованием предварительно высушенных и взвешенных фильтров из фильтровальной бумаги. Предобработанное сырье промывали на фильтре дистиллированной водой до нейтрального pH. Фильтры с образцами помещали в сушильный шкаф (60 °C) и высушивали до постоянной массы в течение 12–20 часов. Убыль сырья во время предобработки определяли гравиметрическим методом.

Определение выхода редуцирующих веществ к массе сырья.

Образцы предварительно предобработанных субстратов взвешивали на аналитических весах с точностью 0,01 г, помещали в реакционные сосуды с раствором серной кислоты 1,5% (масс.) и выдерживали в автоклаве при температуре 120 °C в течение 6 часов. Реакционную смесь воздушно охлаждали до комнатной температуры в течение 30 минут. Для определения количества редуцирующих веществ фильтраты полученных гидролизатов анализировали с использованием стандартной методики с 3,5-динитросалициловой кислотой [9]. Калибровочную кривую строили по глюкозе. Определение оптической плотности вели на приборе Ocean Optics USB2000 в кювете с длиной оптического пути в 10 мм.

Результаты и обсуждение

Использование воды для предобработки позволяет удалять водорастворимые соединения, такие как фенолы, органические кислоты и водорастворимые полисахариды. По полученным экспериментальным данным (таблица 1) можно сделать вывод, что в соломе пшеницы содержится много органических кислот. Об этом свидетельствовало увеличение убыли субстрата при увеличении температуры за счет кислотного гидролиза, в то время как убыль массы опилок бука после

такой предобработки была не существенна. Использование разбавленной серной и соляной кислот позволило эффективнее всего удалить гемицеллюлозы на этапе предобработки и практически не влияло на структуру целлюлозы. Так, после предобработки с температурой 120 °С убыль сырья (и соломы пшеницы и бука) составила 30 %, а дальнейший гидролиз был не значительный — выход РВ не более 8 %. Щелочная предобработка, напротив, позволила эффективно гидролизовать субстраты высоким выходом РВ. С увеличением температуры была отмечена незначительная убыль сырья, а

выход РВ практически не менялся. Однако, использование раствора гидроокиси кальция не дало выраженного эффекта — выход РВ был даже ниже, чем при использовании воды. Пероксид водорода показал хороший выход РВ во всех опытах. Однако наиболее интересны результаты были получены с использованием с надуксусной кислоты — при температуре 80 °С убыль соломы пшеницы составила 20,25 %, а опилок бука — 29,12 %, дальнейший гидролиз этих образцов показал выход РВ на массу сырья в 41,53 % и 44,39 % соответственно. При 120 °С убыль составила 49,75 % для соломы пше-

Таблица 1. Влияние различных видов предобработок на выход РВ

| № | Субстрат | Температура | Предобработка | Убыль после предобработки, % | Выход РВ к массе сырья, % |
|----|----------------|-------------|--|------------------------------|---------------------------|
| 1 | Солома пшеницы | 80 °С | H ₂ SO ₄ 2% | 12,50±0,82 | 32,27±2,44 |
| 2 | | | HCl 2% | 16,75±0,53 | 30,58±1,55 |
| 3 | | | NaOH 2% | 28,88±1,35 | 40,60±2,81 |
| 4 | | | Ca (OH) ₂ 2% | 3,00±0,16 | 36,14±1,82 |
| 5 | | | [BMIm] Cl | 16,38±1,07 | 41,34±2,97 |
| 6 | | | CH ₃ COOH | 10,63±0,62 | 44,75±2,40 |
| 7 | | | H ₂ O ₂ 2% | 11,50±0,6 | 40,72±2,07 |
| 8 | | | CH ₃ COOH+H ₂ O ₂ 1:1 | 20,25±0,71 | 41,53±3,19 |
| 9 | | | NH ₄ OH 25% | 15,75±0,8 | 34,59±2,43 |
| 10 | | | H ₂ O | 9,00±0,34 | 38,65±2,62 |
| 11 | Бук | 80 °С | H ₂ SO ₄ 2% | 7,25±0,33 | 43,54±2,46 |
| 12 | | | HCl 2% | 10,75±0,49 | 39,53±3,02 |
| 13 | | | NaOH 2% | 18,25±0,57 | 37,24±2,90 |
| 14 | | | Ca (OH) ₂ 2% | 2,88±0,14 | 41,03±2,38 |
| 15 | | | [BMIm] Cl | 5,13±0,26 | 44,27±3,18 |
| 16 | | | CH ₃ COOH | 1,75±0,09 | 43,28±2,45 |
| 17 | | | H ₂ O ₂ 2% | 4,75±0,25 | 43,71±3,14 |
| 18 | | | CH ₃ COOH+H ₂ O ₂ 1:1 | 29,13±1,27 | 44,39±2,81 |
| 19 | | | NH ₄ OH 25% | 10,75±0,43 | 42,83±3,20 |
| 20 | | | H ₂ O | 3,25±0,18 | 42,55±3,01 |
| 21 | Солома пшеницы | 120 °С | H ₂ SO ₄ 2% | 27,75±1,61 | 7,62±0,57 |
| 22 | | | HCl 2% | 29,75±1,14 | 1,95±0,1 |
| 23 | | | NaOH 2% | 33,75±1,61 | 41,79±3,09 |
| 24 | | | Ca (OH) ₂ 2% | 4,75±0,28 | 34,22±1,93 |
| 25 | | | [BMIm] Cl | 14,25±0,52 | 43,09±2,29 |
| 26 | | | CH ₃ COOH | 10,50±0,70 | 41,31±2,82 |
| 27 | | | H ₂ O ₂ 2% | 22,50±0,80 | 42,72±3,17 |
| 28 | | | CH ₃ COOH+H ₂ O ₂ 1:1 | 49,75±3,32 | 29,73±1,55 |
| 29 | | | NH ₄ OH 25% | 22,13±1,17 | 33,15±2,17 |
| 30 | | | H ₂ O | 14,38±0,61 | 37,41±2,81 |
| 31 | Бук | 120 °С | H ₂ SO ₄ 2% | 30,75±1,73 | 8,61±0,5 |
| 32 | | | HCl 2% | 35,50±1,37 | 2,71±0,15 |
| 33 | | | NaOH 2% | 21,75±0,83 | 40,88±2,32 |
| 34 | | | Ca (OH) ₂ 2% | 6,75±0,38 | 43,57±3,11 |
| 35 | | | [BMIm] Cl | 3,38±0,12 | 43,03±3,44 |
| 36 | | | CH ₃ COOH | 4,75±0,28 | 40,88±2,18 |
| 37 | | | H ₂ O ₂ 2% | 7,38±0,32 | 38,85±2,00 |
| 38 | | | CH ₃ COOH+H ₂ O ₂ 1:1 | 55,63±2,25 | 19,12±1,00 |
| 39 | | | NH ₄ OH 25% | 14,63±0,85 | 38,40±1,96 |
| 40 | | | H ₂ O | 5,50±0,36 | 36,79±2,51 |

ницы и 55,63 % для опилок бука, а выход РВ — 29,73 % и 19,12 % соответственно. Эти данные свидетельствуют о том, что при повышении температуры предобработки с надуксусной кислотой происходит не только делигнификация, но и существенная потеря гемицеллюлоз. Предобработка ионной жидкостью при температуре 120 °С показала наибольший показатель выхода РВ — 43,09 % для соломы пшеницы и 43,03 % для опилок бука. При этом, убыль субстратов при предобработке составила всего 14,25 % и 3,38 % соответственно.

Заключение

Ионные жидкости не смотря на высокую предобработку способностью, являются очень дорогим реагентом. Для промышленного применения ионных жидкостей необходима разработка эффективных схем рецикла и регенерации. Наиболее интересен способ с использованием чистой уксусной кислоты, позволяющий получить максимальный выход РВ при минимальных энергетических затратах.

Литература:

1. Kumar, P., Barrett, D. M., Delwiche, M. J., Stroeve, P. Methods for pretreatment of lignocellulosic biomass for efficient hydrolysis and biofuel production// *Industrial & engineering chemistry research*. — 2009. — № 48 (8). — с. 3713–3729.
2. Lloyd, T. A., Wyman, C. E. Combined sugar yields for dilute sulfuric acid pretreatment of corn stover followed by enzymatic hydrolysis of the remaining solids// *Bioresource technology*. — 2005. — № 96 (18). — с. 1967–1977.
3. Zu, S., Li, W. Z., Zhang, M., Li, Z., Wang, Z., Jameel, H., Chang, H. M. Pretreatment of corn stover for sugar production using dilute hydrochloric acid followed by lime// *Bioresource technology*. — 2014. — № 152. — с. 364–370.
4. Tutt, M., Kikas, T., Olt, J. Influence of different pretreatment methods on bioethanol production from wheat straw// *Agronomy Research*. — 2012. — № 10 (1). — с. 209–276.
5. Kurakake, M., Kisaka, W., Ouchi, K., Komaki, T. Pretreatment with ammonia water for enzymatic hydrolysis of corn husk, bagasse, and switchgrass// *Applied biochemistry and biotechnology*. — 2001. — № 90 (3). — с. 251–259.
6. Shen, G., Tao, H., Zhao, M., Yang, B. A. O., Wen, D., Yuan, Q., Rao, G. Effect of hydrogen peroxide pretreatment on the enzymatic hydrolysis of cellulose// *Journal of Food Process Engineering*. — 2011. — № 34 (3). — с. 905–921.
7. Tan, H., Yang, R., Sun, W., Wang, S. Peroxide– Acetic Acid Pretreatment To Remove Bagasse Lignin Prior to Enzymatic Hydrolysis// *Industrial & Engineering Chemistry Research*. — 2009. — № 49 (4). — с. 1473–1479.
8. Reddy, P. A critical review of ionic liquids for the pretreatment of lignocellulosic biomass// *South African Journal of Science*. — 2015. — № 111 (11–12). — с. 1–9.
9. Miller, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar // *Analytical chemistry*. — 1959. — Vol. 31. — № 3. — с. 426–428.

ИНФОРМАТИКА

Применение автоматизированных информационных систем управления на предприятиях пищевой промышленности

Булгакова В. П.;
Кривопалова С. Е.

Польшакова Наталья Викторовна, кандидат экономических наук, доцент, научный руководитель
Орловский государственный аграрный университет имени Н. В. Парахина

Данная работа посвящена сравнению имеющихся на рынке IT-технологий автоматизированных информационных систем управления предприятиями пищевой промышленности. В работе рассматриваются такие ERP-системы, как: «Галактика Пищевая промышленность», «1С: Предприятие», «ПАРУС Предприятие-8». Возможности, которые они предоставляют, заключаются в автоматизации оперативного планирования, учета и контроля. Определены возможности, отличающие данные ERP-системы, а также возможности открытого кода.

Ключевые слова: автоматизированные информационные системы, ERP-системы, предприятия пищевой промышленности

В настоящее время информационные технологии находят все более широкое применение в различных отраслях производства. Процесс информатизации общества не смог не затронуть предприятия пищевой промышленности, которые призваны в полной мере обеспечивать продовольственную безопасность.

По данным Федеральной службы государственной статистики, в 2015 году в России на 62,6 % предприятий пищевой промышленности использовались системы электронного документооборота, что превышает средний показатель по России на 3,8 %. По сравнению с 2011 годом темп роста данного показателя для пищевой промышленности составил 102 % [1].

Удельный вес компаний, использовавших автоматизированный обмен данными между своими и внешними информационными системами, среди предприятий пищевой промышленности в 2015 году составил 65,4 % и превысил средний российский показатель на 11,7 %. Темп прироста данного показателя за период с 2011 года составил 191 %, что показывает рост интеграции предприятий пищевой промышленности в информационное пространство России. Однако в 2015 году лишь 39,2 % предприятий пищевой промышленности использовали интернет для размещения информации о товарах (работах, услугах), что ниже среднего российского показателя на 3,1 % [1]. Это характеризует преимущественное использование информационных технологий в управлении предприятиями пищевой промышленности для осуществления электрон-

ного взаимодействия с органами государственной власти, тогда как, имеются возможности расширения масштабов работы с поставщиками и потребителями посредством использования информационных систем. Важным компонентом применения информационных технологий в управлении предприятиями пищевой промышленности выступают автоматизированные информационные системы (далее — АИС) управления предприятием, адаптированные под потребности данной отрасли хозяйствования.

В условиях постоянного совершенствования АИС управления организациями необходим сравнительный анализ существующих в настоящее время программных продуктов и выявление тенденций их дальнейшего развития. Одним из основных преимуществ АИС управления предприятием выступает возможность оперативно в режиме реального времени отслеживать ситуацию, сложившуюся на нем. Данный факт важен для предприятий пищевой промышленности, так как проходящие на них технологические процессы ограничены строгими временными рамками, а сама продукция таких предприятий не предназначена для длительного хранения. Поэтому своевременность и качество принятия оперативных решений является основным звеном, обеспечивающим успешное руководство предприятием [5].

В условиях политики импортозамещения рассмотрим АИС управления, которые предлагают российские компании. Компания «Галактика» предлагает отдельные

отраслевые решения для предприятий пищевой промышленности, а также агропромышленного комплекса. Решение корпорации «Галактика» для автоматизации предприятий пищевой промышленности функционирует с учетом особенностей бухгалтерского учета в отрасли. Направлено на решение задач снабжения и сбыта. Также позволяет формировать производственную программу и осуществлять контроль ее выполнения. Решение «Галактика Пищевая промышленность» охватывает всю организационную структуру управления предприятия пищевой промышленности. Модульность, мультиплатформенность и масштабируемость системы дают возможность гибко адаптировать ее использование при изменении бизнеса [2].

АИС «Галактика Пищевая промышленность» предоставляет следующие возможности:

- 1) формирование планов и бюджетов сбыта, производственную программу, план снабжения и отслеживание их выполнения по принципу «точно в срок»;
- 2) оптимизация платежного баланса предприятия;
- 3) учет особенностей сырья, корректировка рецептурных журналов, формирование производственных отчетов, контроль незавершенного производства;
- 4) планирование себестоимости продукции по сложным многоэтапным технологическим процессам, мониторинг фактических затрат, анализ с использованием различных баз распределения накладных расходов;
- 5) увеличение оборачиваемости средств, ведение интенсивной круглосуточной отгрузки с автоматическим контролем задолженности клиентов;
- 6) ведение бухгалтерского и налогового учета, а также учета в международных стандартах для западных инвесторов;
- 7) обеспечение «прозрачности» движения материальных и финансовых ресурсов, защита от несанкционированного увода денежных средств, сырья и готовой продукции. Данное отраслевое решение имеет следующие особенности, позволяющие адаптировать его под потребности пищевой промышленности:
 - возможность моделировать технологии производства продукции, автоматизировано формировать рецептуры;
 - поддержка характеристик качества сырья и готовой продукции при расчете производственной программы: влажность, сортность, жирность, кислотность и др.;
 - стыковка с автоматизированными системами управления технологическими процессами;
 - управление качеством производимой продукции;
 - возможность оптимизировать программу производства с учетом производственных мощностей;
 - возможность контролировать сроки годности сырья и готовой продукции;
 - управление транспортом и реализация схем «центрозавоза»;
 - контроль обращения тары;
 - возможность формировать отраслевую отчетность;

— стыковка с автоматизированными системами «мобильной дистрибуции»;

— возможность создавать территориально распределенные производства и сети дистрибуции.

Корпорация «Галактика» предоставляет следующие результаты анализа статистики внедрения по ранее автоматизированным предприятиям. Средний процент сокращения уровня условно-постоянных затрат составляет не менее 5%. Снижение срока оборачиваемости оборотных средств достигает 12%. Уровень неликвидных запасов на складе сокращается на 10–12%. Общее снижение затрат составляет до 15% годового оборота предприятия. Средняя стоимость внедрения АИС «Галактика Пищевая промышленность» составляет 380–400 тыс. рублей, при этом средняя стоимость одного модуля составляет 50 тыс. руб. Итоговая стоимость внедрения АИС для предприятия рассчитывается индивидуально в зависимости от масштабов деятельности предприятия, штатной численности персонала и используемых модулей [2]. Решения корпорации «Галактика» внедрены на многих предприятиях агропромышленного комплекса и пищевой промышленности, как в России, так и за рубежом.

Следующим рассматриваемым нами продуктом является АИС «1С: Предприятие». Отраслевое решение для пищевой промышленности включает в себя следующие возможности, адаптирующие программный продукт «1С: Предприятие» под потребности пищевой промышленности:

- возможность поддерживать регулярные процессы (планирования продаж и операций);
- возможность перепланировать производство под актуальный «заказ на завтра»;
- возможность контролировать срок годности продукции;
- оптимизация транспортной логистики [3].

Для предприятий пищевой промышленности «1С: Предприятие» разработало АИС управления, адаптированные к условиям хозяйствования отдельных направлений пищевой промышленности. Так, разработаны специальные модули программы:

- 1С: Управление мукомольно-крупяным предприятием;
- 1С: Ликеро-водочный и винный завод;
- 1С: Управление птицефабрикой;
- 1С: Пивобезалкогольный комбинат;
- 1С: Молокозавод;
- 1С: Мясокомбинат;
- 1С: Рыбопереработка;
- 1С: Спиртовое производство;
- 1С: Хлебобулочное и кондитерское производство.

Кроме того, «1С: Предприятие» предоставляет открытый код, который позволяет специалистам предприятия самостоятельно адаптировать АИС с учетом собственных потребностей. Средняя стоимость внедрения данных АИС управления предприятием составляет 230 тыс. руб.

Также при автоматизации предприятия пищевой промышленности с использованием решений «1С: Предприятие» возможно дополнительно использовать комплекс неадаптированных к пищевой промышленности программных продуктов, средняя стоимость которых находится в диапазоне от 30 до 200 тыс. рублей. Адаптированные АИС управления «1С: Предприятие» внедрены на ведущих предприятиях пищевой промышленности России. Оценить их число достаточно сложно, так как ряд компаний проводит внедрение и сопровождение продуктов «1С: Предприятие» по франшизе [3]. В настоящее время рынок АИС управления развивается, и спектр возможностей по автоматизации и адаптации программного продукта неуклонно расширяется. Однако решение проблемы адаптации программных продуктов и расширение функционала ведет к росту их стоимости.

Так, в 2015 году, согласно данным Федеральной службы государственной статистики в пищевой промышленности, затраты на приобретение программных средств составили 16,2 % от всех затрат предприятий на информационные и коммуникационные технологии [4].

В связи с тем, что обеспечение продовольственной безопасности страны тесно связано с оптимизацией себестоимости продукции пищевой промышленности, которую возможно осуществить, в том числе за счет внедрения АИС управления, при применении программно-целевого подхода в информатизации общества в России необходимо рассмотреть возможность закрепления данного направления финансирования в одной из соответствующих целевых программ.

Таким образом, можно сделать вывод, что АИС управления пищевой промышленности достаточно адаптированы к условиям хозяйствования. Но основным фактором, затрудняющим внедрение АИС, выступает их высокая стоимость. Сами системы в последующем позволяют достичь существенной экономии затрат предприятий пищевой промышленности. Это несет положительный эффект для достижения стратегической задачи обеспечения продовольственной безопасности страны, поэтому рекомендуется учитывать данные показатели при дальнейшем применении программно-целевого подхода в информатизации в России.

Литература:

1. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.gks.ru/> (Дата обращения: 05.12.2016).
2. Официальный сайт корпорации «Галактика» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.galaktika.ru/>
3. Официальный сайт фирмы «1С» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://solutions.1c.ru/projects>
4. Ставцев, А. Н., Польшакова Н. В. Состояние и перспективы развития молочного скотоводства Орловской области // Аграрная Россия. 2014. № 2. с. 25–27.
5. Яковлева, Е. В., Польшакова Н. В. Анализ производственного травматизма и улучшение условий труда на основе использования оценочных показателей уровня безопасности // Безопасность жизнедеятельности. 2009. № 6. с. 2–5.

Контролируемые методы машинного обучения как средство детектирования сетевых вторжений

Кожевникова Ирина Сергеевна, магистрант;
Ананьин Евгений Викторович, студент;
Лысенко Александр Вячеславович, студент;
Никишова Арина Валерьевна, доцент
Волгоградский государственный университет

Обнаружение аномалий является ключевым вопросом при обнаружении вторжений, в котором отклонение от нормального поведения указывает на наличие преднамеренных или непреднамеренных атак, ошибок, дефектов и др. В данной статье представлен обзор научных направлений применения контролируемых методов для решения проблем обнаружения аномалий.

Ключевые слова: контролируемое машинное обучение, система обнаружения вторжений, обнаружение аномалий

Применение методов машинного обучения для обнаружения вторжений позволит автоматически построить модель, основанную на наборе обучающих данных, ко-

торая содержит экземпляры данных, описанных с помощью набора атрибутов (признаков). Атрибуты могут быть различных типов, например качественными или ко-

личественными. Все существующие методы машинного обучения обнаружения аномалий можно разделить на два класса: контролируемые и неконтролируемые методы [1]. Общую схему методов можно представить схемой (рис. 1). В данной статье рассмотрим контролируемые методы машинного обучения для обнаружения аномалий.

1. К-ближайших соседей (K-NN)

K-NN является одним из простых и часто используемым непараметрическим методом. Он вычисляет при-

близительные расстояния между различными точками входных векторов, а затем присваивает непомеченную точку к классу ее K-ближайшего соседа. В процессе создания K-NN классификатора (K) является важным параметром, и различные значения (K) могут вызвать различные последствия. Если K очень большое, соседи, которые используются для прогнозирования, будут потреблять большое время классификации и повлияют на точность.



Рис. 1. Схема методов машинного обучения для обнаружения аномалий

2. Байесовские сети

Байесовская сеть (BN) представляет собой модель, которая кодирует вероятностные отношения между переменными. Этот метод обычно используется для обнаружения вторжений в сочетании со статистическими схемами. Она имеет ряд преимуществ, в том числе возможностью кодирования взаимозависимостей между переменными и предвидения событий, а также возможность включать предварительные знания и данные.

Johansen и Lee [2] указали, что система BN обеспечивает правильную математическую основу, чтобы сделать простой по-видимому трудную задачу. Они предположили, что IDS на основе BN будет различать атаки от обычной сетевой активности путем сравнения показателей каждого образца сетевого трафика. Моог и Zuev [3] использовали контролируемый Наивный Байесовский классификатор и 248 потоков функций чтобы дифференцировать между различными типами признаков, таких как длина

пакета и время доставки, в дополнение к многочисленным TCP заголовкам. Корреляция отбора признаков была использована для определения сильных функций, и это показало, что лишь небольшое подмножество менее 20 признаков необходимо для точной классификации.

3. Контролируемая нейронная сеть (NNs)

NNS предсказывают поведение различных пользователей и демонов в системах. Если NNS должным образом разработаны и внедрены, то они способны решить многие проблемы, с которыми сталкиваются подходы, основанные на базе правил. Основным преимуществом NNS является их толерантность к неточным данным и неточной информации, а также их способность строить решения без предварительного знания закономерностей в данных.

Это, в сочетании с их способностью к обобщению изученных данных, сделало их подходящими для IDS. Для того чтобы применить этот подход к IDS, данные, представляющие атаки и не-атаки должны быть введены в NN для автоматической настройки сетевых коэффициентов на этапе обучения. Многослойный персептрон (MLP) и радиальная базисная функция (RBF) являются наиболее часто используемыми в контролируемых нейронных сетях.

MLP могут систематизировать только линейно разделяемые экземпляры наборов. Если прямая или плоскость может быть обращена на отдельные входные экземпляры в разрешенные категории, входные экземпляры являются линейно разделяемыми, то персептрон сможет найти решение. Если экземпляры не являются линейно разделяемыми, то обучения никогда не достигнет точки, где все экземпляры систематизируются должным образом. Многослойные персептроны (искусственные нейронные сети) были созданы, чтобы попытаться решить эту проблему.

Были исследования, реализовавшие IDS с использованием MLP, которая имеет возможность обнаружения нормального соединения и атак, как в [4]. Они были реализованы с использованием MLP из трех и четырех слоев нейронной сети.

Радиальная базисная функция (RBF) является еще одним распространенным типом нейронных сетей. Так как они выполняют классификацию путем измерения расстояния между входами и центрами RBF скрытых нейронов, RBF сети гораздо быстрее, чем время, потребления обратного распространения, и наиболее подходит для задач с большим размером выборки.

4. Дерево принятия решений (DT)

Quinlan [5] определил деревья решения как «эффективный и распространенный инструмент для классификации и прогнозирования. Деревом решений является дерево, которое состоит из трех основных компонентов: узлы, дуги и листья. Каждый узел помечен особым признаком, который является наиболее информативным

среди признаков, еще не рассматриваемых по пути от корня. Каждая дуга из узла помечает значения признака узла, и каждый лист отнесен к категории или классу. Дерево решений может быть использовано для классификации точки данных, начиная с корня дерева и перемещаясь вниз, пока лист узла не будет достигнут. Лист узла обеспечивает классификацию точки данных. ID3 и C4.5, разработанные Куинланом являются наиболее распространенными вариантами реализации дерева решений».

Peddabachigari и др. [6], предложили деревья решений (DT) и метод опорных векторов (SVM) использовать в качестве модели обнаружения вторжений. Они также разработали гибридный метод DT-SVM, где SVM и DT используются в качестве базовых классификаторов. Joong и др. [7] адаптировали деревья решений для DoS-атак, R2L атак, U2R атак и атак сканирования. Алгоритм ID3 используется в качестве алгоритма обучения для автоматической генерации дерева решений.

5. Метод опорных векторов (SVM)

Метод опорных векторов (SVM) предложен Vapnik [8]. SVM преобразует входной вектор в многомерное пространство признаков, а затем получает оптимальную разделяющую гиперплоскость в высокой размерности пространства признаков. Кроме того, граничное решение, т. е. отделяющая гиперплоскость, определяет опорный вектор, а не целую обучающую выборку и, таким образом, является устойчивым к резко отклоняющимся значениям. В частности, SVM предназначен для бинарной классификации. То есть, чтобы отделить набор обучающих векторов, принадлежащих к двум различным классовым меткам. SVM также обеспечивает заданный пользователем параметр, называемый функцией штрафа. Это позволяет пользователям делать компромисс между числом выборок и ошибочной классификацией ширины границы решения.

Mukkamala и др. [9] разработали модель обнаружения сетевых аномалий с помощью SVM «применяются классификаторы ядра и методы проектирования классификатор к сети с проблемой обнаружения аномалий. Они оценивали влияние значений типа ядра и параметров на точность, с которой метод опорных векторов (SVM) выполняет классификацию вторжений. Jun и др. [10] предложили модель PSO-SVM применять к задаче обнаружения вторжений, стандарт PSO используется для определения свободных параметров опорных векторов и бинарный PSO состоит в получении оптимальной функции подмножества в системе обнаружения вторжений. Paulo и др. [11] предложили модель системы обнаружения вторжений на основе поведения сетевого трафика на основе анализа и классификации сообщений. Два метода искусственного интеллекта под названием Kohonen neural network (KNN) и опорных векторов (SVM) применяются для обнаружения аномалий.

Литература:

1. Кожевникова, И. С., Ананьин Е. В., Лысенко А. В., Никишова А. В. Применение машинного обучения для обнаружения сетевых аномалий // Молодой ученый. — 2016. — № 24. — с. 19–21.

2. Johansen, K. and Lee. «CS424 network security: Bayesian Network Intrusion Detection (BINDS)»: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.83.8479>.
3. Moore, D. 2005. Internet Traffic Classification Using Bayesian Analysis Techniques in Proceedings of ACM SIGMETRICS.
4. Srinivas, M. 2002. Intrusion Detection using Neural Networks and Support vector Machine. Proceedings of the IEEE International HI.
5. Quinlan, J. 1993. «C4.5: programs for machine learning». Log Altos, CA, Morgan Kaufmann.
6. Peddabachigari, S., Abraham A., Grosan C. and Thomas J. 2007. «Modeling Intrusion Detection System using Hybrid Intelligent Systems». J. Netw. Comput. Appl, Vol. 30, NO1, PP. 114–132.
7. Joong, L., Jong H., Seon G. and Tai M. 2008. «Effective Value of Decision Tree with KDD99 Intrusion Detection Datasets for Intrusion Detection System». ICACT, pp. 17–20.
8. Theodoridis, S. and Koutroumbas. 2006. «Pattern recognition (3rd Ed.)». USA: Academic Press.
9. Mukkamala, S., Sung A. and Ribeiro B. 2005. Model Selection for Kernel Based Intrusion Detection Systems. Proceedings of International Conference on Adaptive and Natural Computing Algorithm.
10. Jun, W., Xu H., Rong R. and Tai-hang L. 2009. A Real Time Intrusion Detection System Based on PSO-SVM. Proceedings of the International Workshop on Information Security and Application (IWISA).
11. Paulo, M., Vinicius M. and Joni. 2010. Octopus-IIDS: An Anomaly Based Intelligent Intrusion Detection System. Proceedings of Computers and Communications (ISCC).

Особенности проектирования и разработки электронных образовательных ресурсов для образовательной организации

Косичкина Александра Сергеевна, магистрант
Московский городской педагогический университет

Статья освещает использование информационных технологий в образовательной организации. В ней выделены требования к проектированию, этапы разработки электронных образовательных ресурсов.

Ключевые слова: образовательная организация, информационные технологии, электронный образовательный ресурс, методические разработки обучения, развития, образовательный процесс

Features design and development of electronic educational resources for educational organizations

Kosichkina Alexandra Sergeevna, undergraduate
Moscow city pedagogical University

The article deals with the use of information technologies in educational organizations. It has identified design requirements, stages of development of electronic educational resources.

Keywords: educational institutions, information technologies, electronic educational resources, methodological development, training, development, educational process

Электронный образовательный ресурс (ЭОР) представляет собой средство обучения, помогающее преподавателю в проведении занятий по соответствующему курсу или полностью заменяющее его деятельность. Возможно применение подобного комплекса для организации самостоятельной работы учащихся по изучению теоретического материала, для организации практических и семинарских занятий, контроля и самоконтроля.

ЭОР создается для определенного курса в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта. В его состав могут входить разнообразные программные средства, начиная от текстовых документов с иллюстративным материалом и гиперссылками, заканчивая эмуляторами лабораторных установок. Такой комплекс чаще всего применяется для организации дистанционного обучения, но может быть реализован в

стандартных формах обучения: очной, вечерней, заочной, экстерната.

Важно, чтобы ЭОР решал следующие задачи:

- оснащение учебного процесса учебно-методическими, справочными и другими материалами, улучшающими качество подготовки школьников;
- создание инструмента планирования и организации работ по совершенствованию учебно-методической базы образовательного учреждения;
- обеспечение стопроцентной оснащённости учебного процесса ЭОР.

Разрабатываемые ЭОР по дисциплинам должны отражать современный уровень развития науки, предусматривать логически последовательные изложения учебного материала, использование современных методов и технических средств интенсификации учебного процесса, позволяющих обучающимся глубоко осваивать учебный материал и получать навыки по его использованию на практике.

Как отмечают специалисты, базовыми требованиями к содержанию ЭОР выступают:

1. Соответствие целей и задач учебных предметов Базисного учебного плана, образовательным стандартам соответствующего уровня.
2. Обоснованность актуальности содержания комплекса и его элементов в условиях модернизации образования.
3. Наличие систематизированных сведений научного или прикладного характера, изложенных в форме, удобной для изучения и преподавания.
4. Материал должен быть разбит на логические структурные единицы (входящие в модуль), сопровождаться схемами, рисунками, графиками. При подготовке материала следует руководствоваться следующими положениями:
 - особое внимание должно уделяться связи рассматриваемых вопросов с объектами практической деятельности школьника и требованиями его образованности, а также рассмотрению новых сведений (концепций, фактов);
 - должны отражаться различные взгляды на рассматриваемые вопросы независимо от личной позиции преподавателя;
 - не допускается использование устаревших или вызывающих сомнение сведений;
 - если необходимо, может содержаться сопоставительная оценка отечественных и зарубежных достижений;
 - краткие выводы (резюме) по теме должны ориентировать учащегося на определенную совокупность сведений, которые следует надежно усвоить и запомнить.
5. По каждой логической структурной единице необходимо разработать вопросы (тесты) для контроля знаний.
6. Вместо учебника может быть представлен курс лекций по данной дисциплине.
7. Структура текстов лекций, то есть последовательность разделов, тем и вопросов должна полностью соот-

ветствовать тематическому плану учебной программы по дисциплине. Тексты лекций должны содержать всю необходимую информацию для успешного ответа на контрольные вопросы по теме и тестовые задания.

8. В содержание ЭОР могут входить практикумы. Практикум может содержать:

- электронный семинар (форум или чат) с подробным планом и списком рекомендуемой литературы;
- лабораторные работы;
- практические занятия;
- задания и упражнения (с примерами выполнения);

9. Объем материалов (практические задания, семинарские занятия, лабораторные работы, приложения) необходимо соотносить с учебным планом.

10. Практическая содержательность, системность и целостность.

11. Реализация четкой логики изложения теоретического материала с возможностью прослеживания обучаемыми всех цепочек рассуждений с помощью специальных схем.

12. Подробное комментирование приемов выполнения заданий, хода решения учебных и прикладных задач.

13. Использование различных методов и приемов, средств активизации познавательной деятельности обучаемых для всех форм учебного процесса (постановка проблемных ситуаций, кейс-технологии, задания исследовательского характера и т. п.)

14. Система электронного комплекса может совмещать в себе функции автоматизированных обучающих и контролирующих систем, моделирующих программ и других программных средств информационных технологий, применяемых в образовании.

15. Качественность программной реализации, корректность исполнения программных модулей, отказоустойчивость в различных режимах работы.

16. Адекватность и рациональность использования средств мультимедиа, оригинальность и качество мультимедиа-компонентов.

17. Оптимальность организации интерактивной работы электронного комплекса.

18. Эргономичность программного продукта, интуитивность, ясность, «дружественность», удобство навигации и др.

Кроме того, следует выделить необходимость соответствия ЭОР следующим требованиям:

- доступность — предполагает определение степени теоретической сложности и глубины изучения учебного материала сообразно возрастным и индивидуальным особенностям обучающихся;
- проблемность — предполагает возрастание мыслительной активности в процессе учебной проблемной ситуации;
- наглядность — предполагает необходимость учета чувственного восприятия изучаемых объектов, их макетов или моделей и личное наблюдение обучаемых;

— обеспечение сознательности обучения — предполагает обеспечение самостоятельных действий обучаемых по извлечению учебной информации при четком понимании конечных целей и задач учебной деятельности;

— систематичность и последовательность обучения — означает обеспечение последовательного усвоения обучающимися определенной системы знаний в изучаемой предметной области;

— прочность усвоения знаний — предполагает глубокое осмысление учебного материала и его рассредоточенное запоминание;

— единство образовательных, развивающих и воспитательных технологий [3].

Процесс разработки ЭОР состоит из двух основных этапов: подготовительного и компоновки.

В общем виде процесс разработки ЭОР поясняет схема, представленная на рисунке 1.

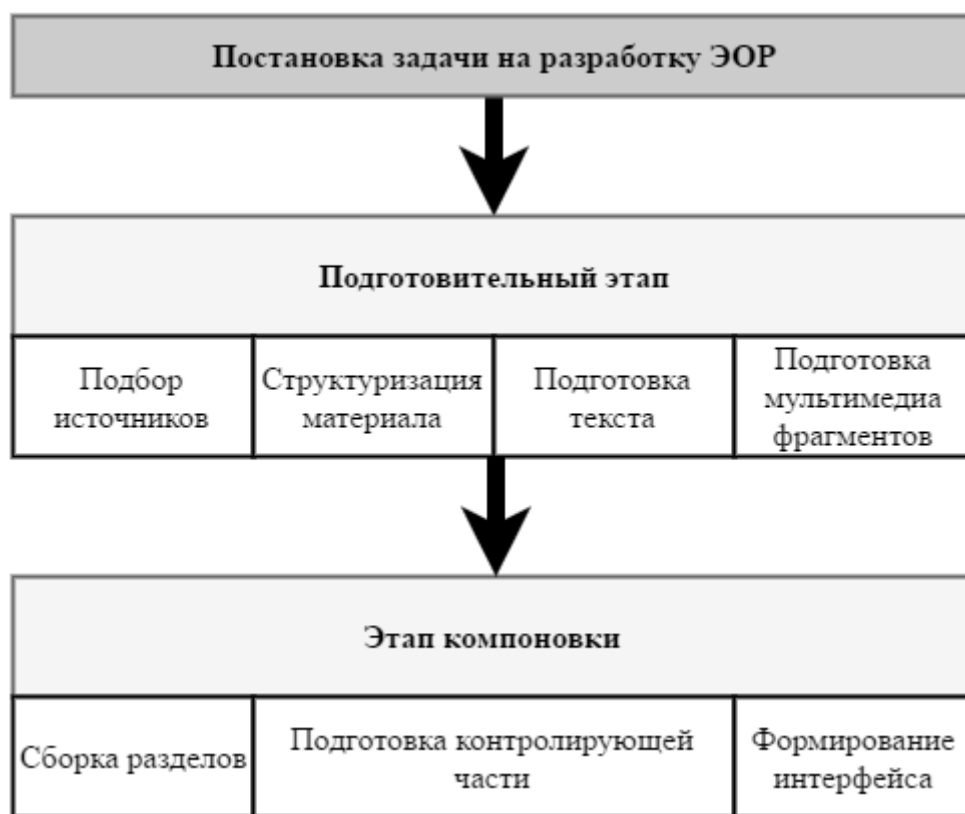


Рис. 1. Процесс разработки ЭОР

Подготовка материала является подготовительным этапом разработки ЭОР и включает в себя написание текста курса, подбор иллюстративного и справочного материала, создание эскизов интерфейса и сценария.

Основная задача при подготовке материала — правильный выбор источников, основанный на следующих принципах:

1. Специальная литература и Интернет-источники должны соответствовать Федеральным государственным образовательным стандартам.

2. Представленная в источниках информация должна быть лаконична и удобна для создания гипертекстов и содержать достаточное число практических примеров.

При подготовке текста для электронного ресурса целесообразно придерживаться следующих рекомендаций:

1. Создание электронного учебного текста производится, как правило, в текстовом редакторе MS Word. При этом можно использовать инструментальные средства создания рисунков, редактор формул, возможности

вставки изображений и т. п. Каждая минимальная логическая часть текста (пример, подпараграф) должна представлять собой отдельный файл, а созданные файлы следует разместить в одном каталоге, имеющем, если необходимо, подкаталоги. При структурировании текста следует учитывать, что размер каждого файла должен быть таким, чтобы при отображении его в web-браузере он не занимал более 3–4 экранов. Обычно это соответствует 2–3 страницам текста в doc-файле при размере шрифта 12.

2. Создание необходимых гипертекстовых ссылок, устанавливающих связи как между отдельными разделами (темами), так и с необходимыми ресурсами Интернета. Это очень простая операция, реализуемая щелчком «мыши» по иконке «Добавить гиперссылку» на панели инструментов MS Word. Предварительно фраза, слово и т. п., от которой делается ссылка, должны быть выделены. Файл, с которым устанавливается связь, должен уже существовать в созданном каталоге пособия.

В структуре ЭОР принято выделять введение и основную часть, которая состоит из разделов, глав, тем. Введение является важным элементом ЭОР, поскольку в нем обосновывается актуальность данного ЭОР и определяется уровень образования и аудитория, на которые рассчитан данный ресурс. При формировании содержания рекомендуется его разделить на две части: основную часть, обязательную для изучения, и дополнительную — вариативную, для углубленного изучения материала, расширения кругозора, повышения мотивации. Обязательными разделами являются: глоссарий, список литературы и Интернет источников.

При разработке структуры и содержания ЭОР необходимо учитывать следующие принципы и технологические особенности:

- принцип приоритетности педагогического подхода;
- принцип модуля;
- принцип полноты.

После подготовки учебного теоретического материала, его эргономической обработки, разработки структуры и содержания текста, редактирования и корректуры необходимо приступить к формированию системы ссылок, т. е. к получению, в конечном итоге, гипертекста.

На рынке программных средств разработки гипертекстовых документов представлен широкий круг инструментов, среди которых можно выделить язык гипертекстовой разметки HTML.

В основу всемирной паутины положена идеология и технология гипертекста, технически реализованная при помощи языка HTML. HTML (от англ. *HyperText Markup Language*, язык гипертекстовой разметки) представляет собой язык, разработанный специально для создания web-документов. HTML-документы представляют собой обычные текстовые ASCII-файлы. Помимо текстового содержания, они включают в свой состав специальные управляющие конструкции языка — так называемые *теги*. При отображении документа в браузере сами теги на экран не выводятся. Они определяют структурные единицы внутри документа, задают параметры форматирования, включают в состав документа новые элементы (встроенные изображения, Java-апплеты и т. п.) и, что самое важное, позволяют создавать гипертекстовые ссылки на другие документы и ресурсы сети Internet [1].

Для создания и редактирования HTML-документов достаточно любого текстового редактора с минимальными возможностями.

На практике обычно используют средства редактирования, разработанные специально для написания HTML. Подобные программные продукты позволяют повысить эффективность и значительно сократить время разработки, особенно если речь идет о средних и крупных сайтах.

Специализированные HTML-редакторы также работают с исходным кодом web-страницы, но располагают различными вспомогательными инструментами, ускоряющими и упрощающими процесс редактирования документов и дополнительными средствами для выполнения повторяющихся операций. Кроме того, наиболее мощные

из них, включают в свой состав средства автоматизации процесса разработки (работа с шаблонами, стилями и библиотеками элементов) и средства размещения файлов сайта на web-сервере. Но при всех удобствах подобных средств разработки, они требуют от автора достаточно глубоких знаний языка HTML. К данной группе редакторов относится большое количество программных продуктов, в том числе и распространяемых бесплатно.

Второй большой класс инструментов для web-разработчиков составляют HTML-редакторы WYS/WYG (от англ. *what you see is what you get*, что видишь, то и получаешь) или, как их еще называют, средства визуального редактирования. Такие программные продукты имеют графические интерфейсы, делающие написание HTML-кода подобным работе с программой редактирования текстов и разметки страниц. Изначально основной целью подобных инструментов было освобождение автора от необходимости непосредственной работы с тегами HTML.

Современные визуальные HTML-редакторы имеют средства, позволяющие избавить разработчика от выполнения рутинных действий. При всех своих преимуществах подобным инструментам свойственен существенный недостаток — они не создают чистого HTML-кода, добавляя в него избыточные, а иногда и фирменные теги. В некоторых случаях, для достижения нужного эффекта они используют излишне сложные методы, а отдельные из них могут сгенерировать даже неверный код.

Подобные проблемы решаются выбором инструмента, генерирующего максимально чистый и правильный код. Но даже в этом случае нельзя рассчитывать на то, что для создания действительно качественных страниц удастся избежать ручной доводки, а, следовательно, хотя бы общего знакомства с языком HTML. Следует заметить, что серьезные, мощные пакеты подобного класса являются коммерческим программным обеспечением, имеющим достаточно высокую стоимость.

На основе сделанного выше обзора инструментов редактирования HTML можно сделать вывод, что для разработчиков, не имеющих большого опыта создания web-страниц и не располагающих глубокими знаниями языка HTML, наилучшим выбором является один из WYSIWYG-редакторов. Авторы образовательных ресурсов в большинстве случаев можно отнести именно к этой группе. Использование визуальных редакторов позволит им без лишних временных затрат на глубокое изучение HTML и web-дизайна создавать качественные образовательные Internet-ресурсы. К таким инструментам можно отнести, например, Adobe Dreamweaver или Microsoft FrontPage.

Adobe Dreamweaver — профессиональный редактор HTML для проектирования, написания кода и поддержки сайтов, web-страниц и приложений сети. Dreamweaver представляет собой полноценную среду разработки как отдельных web-страниц, так и сайтов любого масштаба. Ядром пакета является мощный HTML-редактор, позволяющий осуществлять как разработку документа в визуальном режиме, так и его ручное кодирование.

Microsoft FrontPage включает все необходимые средства для эффективной разработки и эксплуатации Web-узлов.

Примерами языков программирования, ориентированных на создание сайта, можно выделить JavaScript, VBScript и др.

JavaScript — прототипно-ориентированный сценарный язык программирования. Является диалектом языка ECMAScript.

VBScript — скриптовый язык программирования, интерпретируемый компонентом Windows Script Host [2].

Разработка электронных образовательных ресурсов (ЭОР) является достаточно трудоемким процессом. Попытки сделать их максимально эффективными приводят к появлению множества проблем, разрешение которых под силу лишь достаточно опытному и профессиональному разработчику.

Литература:

1. Белозубов, А. В., Николаев Д. Г. Основы работы с HTML-редактором Adobe Dreamweaver. Учебное пособие. — СПб: СПбГУ ИТМО, 2007. — 113 с.
2. Белозубов, А. В., Николаев Д. Г. Приемы работы с HTML-редактором Adobe Dreamweaver. Учебное пособие. — СПб: СПбГУ ИТМО, 2009. — 112 с.
3. Учебно-методическое обеспечение образовательного процесса среднего профессионального образования: метод. рекомендации / [сост. С. Е. Лузгин]; Саран. кооп. ин-т РУК. — Саранск, 2011. — 68 с.

Выявление компонентов операционной системы, требующих защиты от вредоносных программ

Лысенко Александр Вячеславович, студент;
Кожевникова Ирина Сергеевна, студент;
Ананьин Евгений Викторович, студент;
Никишова Арина Валерьевна, доцент
Волгоградский государственный университет

Определены основные операционные системы и их компоненты, для которых наиболее актуально создание средства защиты. Рассмотрены особенности взаимодействия вредоносной программы с компонентами операционной системы.

Ключевые слова: вредоносная программа, операционная система, компоненты операционной системы

Проблема вредоносных программ остается открытой на протяжении более 25 лет, с момента первой активности такой программы. Из-за постоянного развития информационных технологий постоянно появляются новые виды вредоносных программ из-за чего разработка средств защиты от них, остается актуальной на протяжении всего прогресса технологий. [1]

На данный момент существует огромное количество операционных систем, подходящих для решения множества задач и работы на разнообразных устройствах. Но зачастую целью злоумышленника является настольный компьютер, и именно с него похищается информация или атакуется информационная система в целом. Статистика использования операционных систем на настольном компьютере с веб — ресурса «StatCounter. com» представлена на рисунке 1.

Из диаграммы видно, что на данный момент самой популярной операционной системой для настольных компьютеров является Windows 7. Также из приведенной статистики можно сделать вывод, что больше 80% настольных компьютеров работает под управление опера-

ционной системы семейства Windows. Поэтому именно для операционных систем семейства Windows необходимо уделить больше внимания информационной безопасности.

Операционные системы семейства Windows функционируют на множестве платформ и поддерживают работу со следующими архитектурами: x86, x86—64, Itanium, ARM. В дальнейшем будут рассматриваться операционные системы именно данной группы. В таблице 1 представлена сравнительная характеристика операционных систем, входящих в семейство Windows NT.

Самый длительный срок поддержки на данный момент у Windows NT 10.0 (Windows 10). Это говорит о том что она будет оставаться актуальной на протяжении более длительного срока времени, поэтому в дальнейшем именно данная версия будет рассматриваться.

Состав операционной системы определяется четырьмя компонентами [2]: ядро, системные библиотеки, оболочка с утилитами, пользовательские приложения.

Основная задача ядра операционной системы — это управление выполнением процессов и ресурсами вычислительной системы. [3] Сетевое взаимодействие и доступ

Статистика использования ОС в мире

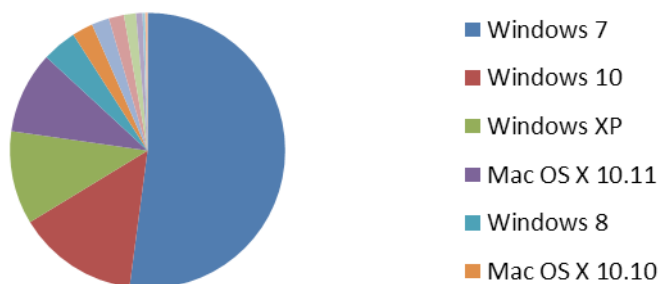


Рис. 1. Статистика использования ОС

Таблица 1. Сравнение операционных систем семейства Windows NT

| Версия ОС Windows | Год выпуска | Срок поддержки | Краткое описание |
|-------------------|-------------|-------------------|---|
| Windows NT 3 | 1993 | истек | Первая операционная система линейки Microsoft Windows NT для серверов и корпоративных рабочих станций |
| Windows NT 4.0 | 1996 | истек | Последняя версия семейства сетевых операционных систем Microsoft Windows NT, вышедшая под этим названием. Windows NT 4.0 имела модификации для использования в качестве операционной системы рабочей станции (Windows NT Workstation) и сервера (Windows NT Server) |
| Windows NT 5.0 | 2000 | истек | По состоянию на декабрь 2012 года занимает 0,06% мирового рынка операционных систем. Поддерживаемые платформы: IA-32, x86, x86-64 |
| Windows NT 5.1 | 2001 | истек | Windows XP является исключительно клиентской системой. Её серверным аналогом является Windows Server 2003. Хотя Windows Server 2003 и построен на базе того же кода, что и Windows XP, почти всецело наследуя интерфейс её пользовательской части, Windows Server 2003 всё же использует более новую и переработанную версию ядра NT 5.2; появившаяся позже Windows XP Professional x64 Edition имела то же ядро, что и Windows Server 2003, и получала те же обновления безопасности, вследствие чего можно было говорить о том, что их развитие шло одинаково. По оценкам веб-аналитики Net Applications Windows XP была самой используемой операционной системой для доступа к Интернету в мире, с максимальной долей в 76,1% в январе 2007 года. |
| Windows NT 5.2 | 2003 | истек | |
| Windows NT 6.0 | 2006 | 11 апреля 2017 г. | Не пользовалась большим спросом. |
| Windows NT 6.1 | 2009 | 14 января 2020 г. | По данным веб-аналитики от W3Schools, на декабрь 2015 года доля Windows 7 среди используемых в мире операционных систем для доступа к сети Интернет составила 44,5%. По этому критерию она находится на первом месте, превзойдя в августе 2011 предыдущего лидера — Windows XP. В настоящее время, главной конкурирующей с Windows 7, является новая операционная система Windows 10, до которой возможно прямое и пока бесплатное обновление. |

| | | | |
|-----------------|------|--------------------|---|
| Windows NT 6.2 | 2012 | 10 января 2023 г. | По состоянию на февраль 2015 года доля операционной системы Windows 8 среди используемых в мире для доступа к сети Интернет составляет 21,3% и занимает второе место после Windows 7. На июль 2013 года было продано 100 миллионов лицензий. |
| Windows NT 6.3 | 2013 | 10 января 2023 г. | По сравнению с Windows 8 имеет ряд обновлений и изменений в работе с графическим интерфейсом. |
| Windows NT 10.0 | 2015 | 14 октября 2025 г. | Система призвана стать единой для разных устройств, таких как персональные компьютеры, планшеты, смартфоны, консоли Xbox One и пр. Доступна единая платформа разработки и единый магазин универсальных приложений, совместимых со всеми поддерживаемыми устройствами. |

к файловой системе в Windows реализованы на уровне ядра. Исходя из этого, можно сделать вывод, что ядро операционной системы включает в себя: драйверы устройств, планировщик, сетевую подсистему, файловую систему.

Основной особенностью реализации ядра в Windows NT 10.0, как и во всем семействе Windows NT, является тип архитектуры ядра — гибридное ядро. Гибридное ядро — это модифицированные микроядра, позволяющие запускать несущественные части в пространстве ядра. Так же важным является то, что гибридные ядра — это модификация микроядер — набора элементарных функций управления процессами и минимальным набором абстракций для работы с оборудованием. Всю основную работу выполняют сервисы, и одним из основных критериев микроядра является размещение всех или почти всех драйверов и модулей в этих сервисах. Очень часто целью атаки вредоносной программы является драйвера устройств. Так же вредоносные программы встраиваются в планировщик и файловую систему. [4] Поэтому ядро является одним из важнейших компонентов операционной системы, которому следует уделить особое внимание при разработке средства защиты от вредоносных атак.

Системные библиотеки содержат классы и методы для работы прикладных программ с графикой, диалогами, строками и т. д. Главной особенностью системных

библиотек в операционной системе семейства Windows NT является то, как программа «ищет» эту библиотеку перед входом в точку Main. Очень часто вредоносные программы содержатся в библиотеке, имеющую такое же имя, как и системная библиотека, но расположенную в одной директории с запускаемым приложением, или вовсе записывают себя в системную библиотеку. Поэтому при разработке средств защиты от вредоносных программ, так же необходимо рассматривать защиту системных библиотек.

Оболочка операционной системы и ее утилиты редко оказываются предметом внимания для разработчиков вредоносных программ, так как имеют высокий уровень надежности на уровне операционной системы. Но часто вредоносная программа маскирует себя под системную утилиту, поэтому средство защиты от вредоносных программ должно контролировать выполняемые в операционной системе утилиты.

Пользовательские приложения являются основным источником распространения вредоносных программ, поэтому каждое запускаемое приложение пользователем требует тщательного анализа на предмет наличия вредоносных программ.

Вредоносное программное обеспечение взаимодействует со всеми компонентами операционной системы, используя рассмотренные выше особенности.

Литература:

1. Аткина, В. С. Оценка эффективности катастрофоустойчивых решений // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 10. Инновационная деятельность.. — 2012. — № 6. — с. 45–48.
2. Гордеев, А. В. Операционные системы: Учебник для вузов. 2-е изд. // СПб.: Питер. — 2007. — 416 с.
3. Роберт Лав. Разработка ядра Linux = Linux Kernel Development. 2-е изд. // М.: «Вильямс». — 2006. — с. 448.
4. Никишова, А. В. Программный комплекс обнаружения атак на основе анализа данных реестра // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 10. Инновационная деятельность. — 2012. — № 6. — с. 152–155.

Опасность использования примитивных средств разграничения доступа Windows на предприятии. Средства защиты информации

Рудниченко Алексей Константинович, студент
Дальневосточный федеральный университет (г. Владивосток)

В статье описаны стандартные способы разграничения прав доступа в Windows и опасность их использования. Даны основные понятия, касаемо средств защиты информации (СЗИ). Выделены преимущества использования средств защиты информации на предприятиях.

Ключевые слова: разграничение доступа, доступ, пароль Windows, BIOS, смена пароля, системное администрирование, информационная безопасность, средства защиты информации

Многие организации, которые изрядно далеки от такого понятия, как «информационная безопасность», никогда не испытывали потребности в специальной защите информации или защите рабочих мест пользователей от самих же сотрудников. Как правило, всё ограничивается документом «Соглашение о неразглашении конфиденциальной информации», которое идёт приложением к трудовому договору. Но это не значит, что сотрудник не имеет права делать с компьютером на рабочем месте всё что захочет, ведь это не порча имущества.

В чём опасность отсутствия защиты служебного компьютера от персонала? В наше время любой человек может быстро получить доступ практически к любому пиратскому программному обеспечению, что может повлечь административную или даже уголовную ответственность не только относительно сотрудника, но и относительно самого предприятия. Также, недостаточно квалифицированный пользователь может нарушить работоспособность необходимого для трудового процесса программного обеспечения, что повлечёт за собой временный рабочий застой кадра.

На многих предприятиях используется самое простое разграничение доступа — по глобальным правам с созданием учётной записи Windows. В итоге получается две учётных записи: Запись администратора с полными правами (защищена паролем) и запись пользователя с ограниченными правами (как правило не защищённая паролем). Системные администраторы, построив такую систему разграничения доступа слепо верят тому, что это безотказная система защиты. Этот способ имел бы место быть, если нельзя было бы изменить этот пароль из-под загрузчика Windows или его же дистрибутива. Таким образом, зная одну команду интерпретатора командной строки и способ загрузки с диска, который имеет в себе дистрибутив, учётная запись администратора оказывается открытой.

Следующая ситуация, когда системный администратор закрывает доступ к BIOS служебного компьютера при помощи парольной защиты, полагая, что пользователь никак не сможет загрузить дистрибутив с диска или флеш-памяти. Если служебный компьютер имеет место быть в виде стационарного персонального компьютера, то

сбросить пароль к BIOS можно через механический доступ к материнской плате. А если не брать во внимание вид персонального компьютера, то каждый тип и версия BIOS имеет свой универсальный код, с помощью которого можно получить доступ к нужному разделу BIOS без заранее придуманного пароля.

Стоит отметить тот факт, что при использовании компьютера с ограниченными правами, стороннему программному обеспечению зачастую требуются права администратора для его запуска или выполнения каких-либо операций. Тогда системный администратор использует необходимые в этом случае скрипты RunAs или дополнительные утилиты, например, AdmiLink. Всё это позволяет запускать определённую программу с правами администратора из-под учётной записи с ограниченными возможностями. Но и тут кроется ошибка. Достаточно в данной запущенной программе найти «Справку» или одно из функциональных окон «Открыть...», «Сохранить как...». Тогда сотрудник имеет возможность запустить интерпретатор командной строки и сменить (либо вовсе убрать) пароль администратора или даже сменить права данной учётной записи на административные.

Таким образом, можно сделать вывод, что стандартными средствами Windows невозможно создать допустимое для предприятия разграничение доступа без возможности получения сотрудником прав доступа выше необходимых. Именно с целью устранения данных проблем были созданы средства защиты информации.

Средства защиты информации (СЗИ) — это совокупность инженерно-технических, электрических, электронных, оптических и других устройств и приспособлений, приборов и технических систем, а также иных вещных элементов, используемых для решения различных задач по защите информации, в том числе предупреждения утечки и обеспечения безопасности защищаемой информации.

Средства защиты информации бывают трёх видов:

— Аппаратные — технические устройства, предназначенные для защиты информации.

— Программные — программное обеспечение (или комплекс программ), предназначенные для защиты информации.

— Смешанные (аппаратно-программные) — средства защиты информации, которые включают в себя как аппаратные средства, так и программные, которые плотно взаимодействуют друг с другом.

Целесообразнее и надёжнее ставить смешанный тип средств защиты информации, но, дешевле и проще, если того не требует информационная система, поставить программный комплекс для защиты информации.

Зачастую программные средства защиты информации включают в себя ряд следующих защитных функций:

- контроль входа пользователей в систему;
- разграничение доступа пользователей к устройствам компьютера;
- создание для пользователей ограниченной замкнутой среды программного
- обеспечения компьютера (замкнутой программной среды);
- разграничение доступа пользователей к конфиденциальным данным;
- контроль потоков конфиденциальной информации;

— контроль вывода конфиденциальных данных на печать;

- контроль целостности защищаемых ресурсов;
- контроль аппаратной конфигурации компьютера;
- функциональный контроль ключевых компонентов;
- уничтожение (затирание) содержимого файлов при их удалении;
- регистрация событий безопасности в журнале;
- мониторинг и оперативное управление защищаемыми компьютерами;
- централизованный сбор и хранение журналов;
- централизованное управление параметрами механизмов защиты.

Самыми популярными системами защиты информации являются Secret Net и Dallas Lock. У них изрядно отличается функционал. Кому-то удобнее работать с Dallas Lock, кому-то с Secret Net. У каждого из них есть свои минусы. Какое СЗИ выбрать для своего предприятия? Каждый должен найти ответ на этот вопрос сам, так как он зависит от того, что и как нужно защищать.

Литература:

1. Средство защиты информации Secret Net 6. Руководство администратора. Принципы построения. — М.: Код Безопасности, 2010. — 37 с.
2. Система защиты информации от несанкционированного доступа Dallas Lock 8.0-С. Руководство по эксплуатации. — СПб.: Dallas Lock, 2012. — 213 с.
3. Программно-аппаратные средства защиты информации: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / В.В. Платонов. — М.: Издательский центр «Академия», 2013. — 336 с.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Влияние полипропиленового волокна на сопротивляемость цементного камня динамическим воздействиям

Алексеев Константин Николаевич, младший научный сотрудник;
Захаров Евгений Васильевич, кандидат технических наук, научный сотрудник
Институт горного дела Севера имени Н. В. Черского Сибирского отделения РАН (г. Якутск)

Как известно, одним из способов повышения прочностных показателей строительных материалов на цементном вяжущем является введение в смесь волокнистых материалов (фибры) и получения на этой основе дисперсно-армированного композиционного материала обладающего повышенными физико-механическими характеристиками, в особенности прочностью при изгибе и растяжении [1].

В то же время, сохраняется актуальность дальнейшего проведения работ в этом направлении, например, научный и практический интерес представляют исследования в области изучения энергетических показателей разрушения фибро-армированных композиционных строительных материалов. Например, важнейшей паспортной характеристикой торкрет-бетона является прочность на изгиб и растяжение — при статических нагрузках, но торкрет-бетонные крепи и покрытия возводимые в шахтах и рудниках испытывают и динамические воздействия от: горных ударов, выбросов, и т. д., которые характеризуются более высокой (мгновенной) скоростью выделения энергии. Работоспособность торкрет-бетона при таких воздействиях можно оценить по характеристикам его ударной вязкости — способности сопротивляться динамическим изгибающим нагрузкам.

Номенклатура применяемых волокон весьма обширна: от чрезвычайно дефицитных, например из углерода, бора, вольфрама до сравнительно доступных для применения в массовом строительстве — стальных, базальтовых, полипропиленовых и др. [2]. Используемые волокна должны отвечать ряду требований: обладать высокой прочностью, химической стойкостью, способностью равномерно распределяться в объёме цементного теста или бетона без образования комков-неоднородностей негативно сказывающихся на конечной прочности изделия [3]. Стоимость армирующих материалов и объёмы их производства также имеют немаловажное значение. В этой связи заслуживает внимание полипропиленовое волокно, практически еще не применяемое в качестве наполнителя (армирующей фазы) торкрет-бетона.

В связи с этим, были проведены экспериментальные исследования по определению ударной вязкости цементного камня с различным содержанием полипропиленового волокна длиной 6 мм, диаметром 20 мкм (рис. 1, 2).

Способность цементного камня к быстрому поглощению динамической энергии определялась по методу Шарпи, в основном, применяемому для металлов (ГОСТ 9454—78) и пластмасс (ГОСТ 4647—80). Сущность испытаний заключалась в том, что лежащий на двух опорах образец подвергался удару маятника, причем линия удара находилась посередине между опорами. Ударная вязкость образцов (Дж/м²) определялась как отношение работы, затраченной на его разрушение, к площади образца в плоскости удара (рис. 3).

Ввиду отсутствия, каких либо стандартов для исследовании образцов бетона на маятниковых копрах, размеры образцов подбирались опытным путем. Оптимальные для испытаний на маятниковом копре БКМ-5—2 (рис. 4) с максимальным запасом энергии 5 Дж геометрические размеры исследуемых образцов составили — 25'25'100 мм. Для более точного разлома образца, в плоскости удара с противоположной стороны наносился U-образный пропилен, играющий роль концентратора напряжений глубиной 2 мм (рис. 5).

В ходе изготовления исследуемых образцов был использован цемент марки М400 производства ОАО ПО «ЯКУТЦЕМЕНТ». Содержание полипропиленового волокна в смеси варьировалось от 0 до 4 % от массы цемента в сухом состоянии. Водоцементное отношение составляло 0,3 для всех изготавливаемых серии. Уплотнение фиброцементной смеси проводилось на виброплощадке СМЖ — 539. Образцы выдерживались в эксикаторах при 100 % влажности среды и температуре 20 ± 1 С. Ударная вязкость образцов определялась в возрасте 7 и 28 суток.

После разрушения исследуемых образцов на маятниковом копре, подсчитывалась площадь поверхности образованная в месте среза (S_0), затем зная потраченную на разлом образца работу (W), вычисляли ударную вязкость разрушения (K_{CU}) по формуле:



Рис. 1. Полипропиленовые волокна (фибра)



Рис. 2. Полипропиленовые волокна распределенные в матрице цементного камня

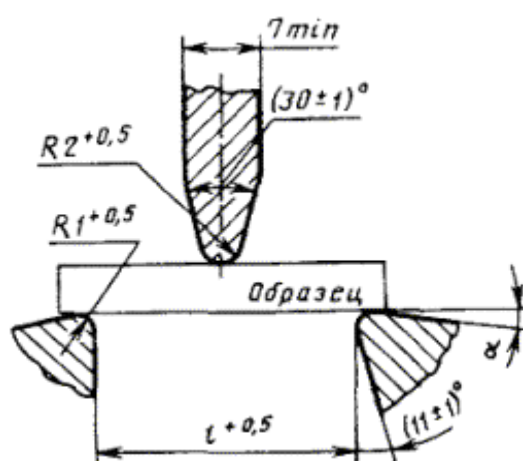


Рис. 3. Испытание образца по методу Шарпи

$$K_{CU} = \frac{W}{S_0}, \text{ Дж/м}^2 \quad (1)$$

где, W — затраты энергии на разрушение образца по маятнику, Дж;

S_0 — площадь образованной поверхности в месте разлома образца, м².

Результаты проведенных испытаний представлены в таблице 1 и на рис. 6, 7.



Рис. 4. Маятниковый копер БКМ-5-2



Рис. 5. Образцы цементного камня размерами 25×25×100мм с U-образным концентратором напряжений

Таблица 1. Влияние полипропиленового волокна на ударную вязкость цементного камня.

| 7 суток | | | | |
|---|----------------------------|-------------------|----------------------------|---------------|
| Содержание полипропиленового волокна, % | Ударная вязкость, K_{CU} | | Sm^* , Дж/м ² | Vm^{**} , % |
| | Дж/м ² | % | | |
| 0 | 680,96 | 104,6 | 16,6 | 2,4 |
| 0,5 | 1525,23 | 234,4 | 85,3 | 5,6 |
| 1 | 1898,31 | 291,7 | 166,1 | 8,7 |
| 2 | 3178,46 | 488,4 | 260,6 | 8,2 |
| 4 | 3393,52 | 521,4 | 403,8 | 11,9 |
| 28 суток | | | | |
| Содержание полипропиленового волокна, % | Ударная вязкость, K_{CU} | | Sm , Дж/м ² | Vm , % |
| | Дж/м ² | Дж/м ² | | |
| 0 | 650,80 | 100 | 32,6 | 5,0 |
| 0,5 | 1304,04 | 200 | 169,8 | 13,0 |
| 1 | 1901,79 | 292 | 118,3 | 6,2 |
| 2 | 3065,25 | 471 | 469,0 | 15,3 |
| 4 | 4012,65 | 617 | 286,4 | 7,1 |

* Sm — среднеквадратическое отклонение ГОСТ 53231–2008;

** Vm — коэффициент вариации.

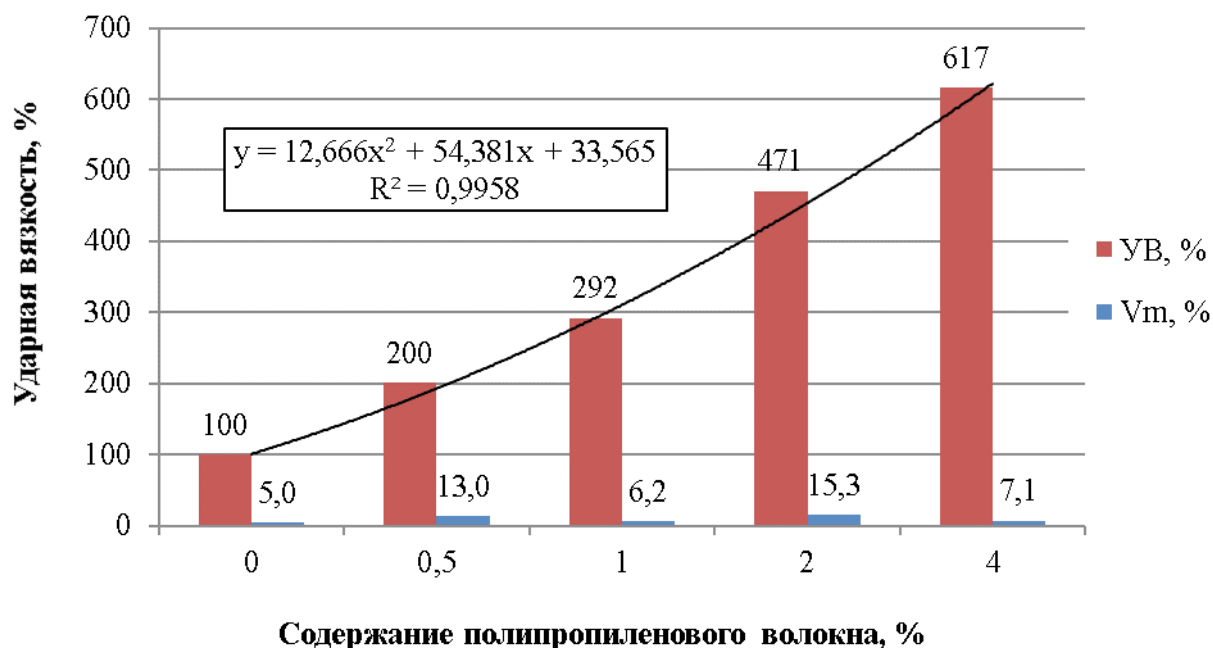


Рис. 6. Влияние полипропиленового волокна на ударную вязкость (УВ) цементного камня в проектном возрасте (28 суток)

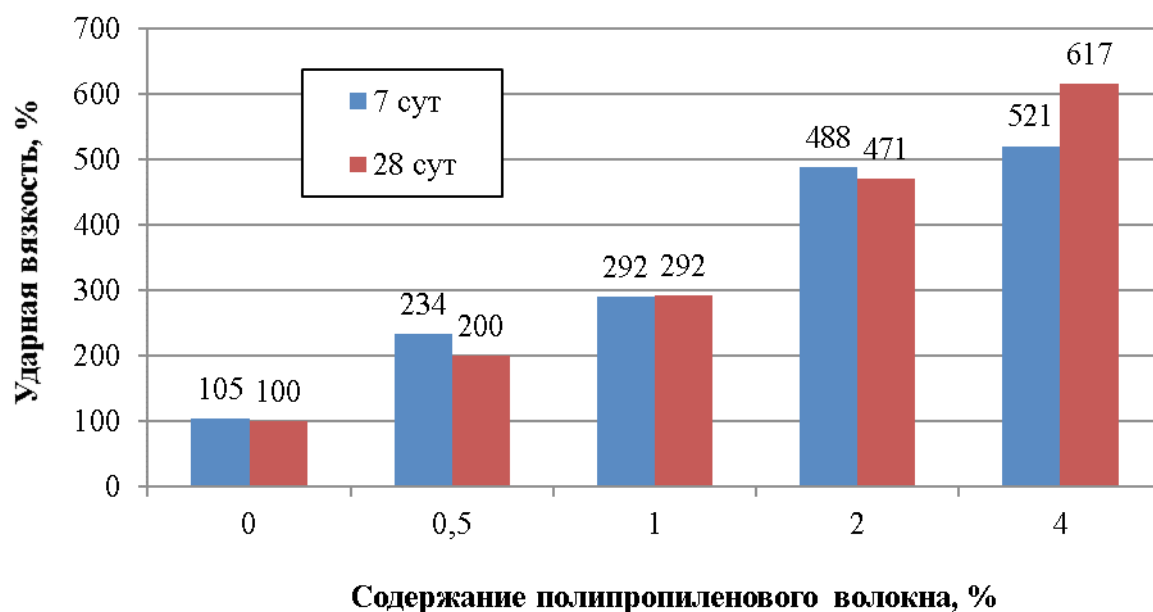


Рис. 7. Влияние полипропиленового волокна на ударную вязкость цементного камня

Как видно из данных таблицы и диаграммы представленной на рисунке 6, полипропиленовая фибра существенно увеличивает сопротивление цементного камня к динамическим нагрузкам. Полученные результаты свидетельствуют о том, что в возрасте 28 суток ударная вязкость образцов при содержании волокна в количестве 0,5 до 4 % от массы цемента, возрастает в 2–6 раз от исходной.

Кроме того, как видно из диаграмм представленных на рисунке 7, ударная вязкость цементного камня армиро-

ванных серий в возрасте 7 суток не уступает своему показателю в проектном возрасте (28 сут.), т. е. изделие способно сопротивляться динамическим нагрузкам в достаточно раннем возрасте.

Полученные закономерности могут быть использованы при разработке составов бетонов и конструкций из них, с высокими эксплуатационными свойствами, например фибро-армированного торкрет-бетона более стойкого к воздействию динамических изгибающих нагрузок.

Литература:

1. Рабинович, Ф. М. Композиты на основе дисперсно-армированных бетонов. Вопросы теории и проектирования, технологии и конструкции / Ф. М. Рабинович. М.: Изд-во АСВ, 2004. 560 с.
2. Боровских, И. В. Высокопрочный тонкозернистый базальтофибробетон // Автореферат дисс... канд. техн. наук. — Казань, 2009. — 21 с.
3. Алексеев, К. Н. Некоторые особенности влияния технологии введения базальтового волокна (\varnothing 13 мкм) на предел прочности мелкозернистого бетона при изгибе / Алексеев К. Н. // «Проблемы горных наук: взгляд молодых учёных» матер. Республ. науч. конф. молодых ученых и специалистов, посвящ. памяти академика РАН Н. В. Черского. — Якутск: Изд-во АКСаАН, 2014. — с. 6–10.

Анализ систем жидкостного охлаждения электронной аппаратуры

Антонова Дарья Олеговна, студент

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

Данная статья посвящена анализу систем жидкостного охлаждения электронной аппаратуры. Основное внимание уделено жидкостному охлаждению системного блока персонального компьютера. Предложена классификации систем жидкостного охлаждения, проанализированы преимущества и недостатки данного метода охлаждения электронной аппаратуры. В результате исследования сделаны выводы о целесообразности использования жидкостного охлаждения.

Ключевые слова: системы жидкостного охлаждения, персональный компьютер, электронная аппаратура, системы охлаждения

Analysis of liquid cooling of electronic equipment

Antonova D. O., student

Bauman Moscow state technical University

This article is devoted to the analysis of liquid cooling systems for electronic equipment. Emphasis is placed on the liquid cooled PC system unit. The article deals with the classification of liquid cooling systems for a variety of properties, as well as the advantages and disadvantages of this method of cooling electronic equipment. The research conclusions about the feasibility of using liquid cooling.

Keywords: liquid cooling system, personal computer, electronic equipment, cooling systems

Одним из неотъемлемых элементов электронной аппаратуры и в частности персонального компьютера является система его охлаждения. Так как все составляющие ПК работают на электрическом токе, то им свойственно нагреваться, причем степень их нагрева прямо пропорционально зависит от уровня нагрузки на эти составляющие. Таким образом, даже для самой простой электронной аппаратуры нужна базовая система охлаждения.

Базовые принципы проектирования и применения систем охлаждения вычислительной аппаратуры изложены в [1–3]. В [4] рассмотрены методики расчетов теплового режима блоков электронной аппаратуры и их программная реализация. Учет теплового критерия является важным фактором при проектировании высоконадежных сенсорных систем [5]. Вопросам бесконтактного теплового контроля электронной аппаратуры посвящены работы [6–10]. Применимость бесконтактного теплового

контроля для изделий электронной промышленности и его достоинства подтверждены экспериментально.

При производстве электронной аппаратуры вопросам ее испытаний на воздействие тепловых факторов уделяется первостепенное значение [11]. Многие типовые дефекты электронных устройств, выявляются тепловым методом контроля.

В [12] рассмотрена методика проведения тепловых испытаний и реализации на ее основе лабораторных работ по исследованию температурных режимов функционирования ЭА. Рассмотрены тепловые режимы работы блока охлаждения РЭС при различных системах охлаждения. Данная методика направлена на выявление достоинств и недостатков исследуемых методов охлаждения электронной аппаратуры и анализ его основных свойств. С течением времени изменялась элементная база, появлялись новые конструктивные и технологические воз-

возможности по мониторингу температурных режимов и их управлению. Это обусловило актуальность модификации методики адаптивного управления температурными режимами ЭВА в форсированных режимах и ее экспериментальной отработки (в том числе в рамках лабораторных работ). В [13] приведены методики расчетов тепловых режимов блоков ЭВА и РЭА, которые реализуются программным обеспечением инженерных методов теплофизического конструирования. Возможные варианты тепловых схем, которые могут быть реализованы в процессе создания блоков электронной аппаратуры, представлены в обобщенном алгоритме, которым надо следовать при выполнении проектных процедур. Этот алгоритм позволяет учесть все конструктивные характеристики блоков и дискретных элементов, а также реально встречающиеся условия воздействия на них окружающей среды.

В работе [14, 15] приведены конкретные практические методики по расчету радиаторов, даны рекомендации по выбору радиаторов для изделий РЭС и ЭВС, приведена методика расчета, даны рекомендации по применению. В работах [16, 17] раскрыты вопросы автоматизации моделирования тепловых полей при естественном и принудительном воздушном охлаждении.

Данная статья обобщает и развивает ранее накопленный опыт по учету тепловых критериев при проектировании и адаптивном управлении температурными режимами функционирования электронной аппаратуры. Основное внимание уделено анализу методов жидкостного охлаждения электронной аппаратуры на примере персональных вычислительных систем.

1. Анализ способов охлаждения вычислительных систем

Система охлаждения компьютера это набор средств для отвода тепла от нагреваемых в процессе работы компьютерных компонентов.

Способы последующей утилизации тепла представлены диаграммой связей на рисунке 1.1 [20].

Разделение систем охлаждения по способу отвода тепла от нагреваемых элементов представлено диаграммой связей на рисунке 1.2.

Стоит отметить, что на сегодняшний день воздушное охлаждение является наиболее распространённым. Принцип действия системы воздушного охлаждения заключается в том, что тепло с нагревающегося элемента электронной аппаратуры передается напрямую на установленный радиатор, а уже после рассеивается в окружающее пространство. Как было выше указано, воздушное охлаждение может быть *активным* и *пассивным*.

Активное охлаждение подразумевает наличие кроме радиатора еще и вентилятора (эта совокупность называется кулер), который ускоряет процесс отвода тепла от трубок радиатора в окружающую среду. Конструктивно используется следующая схема при активном воздушном охлаждении:

— на тепловыделяющий компонент устанавливается радиатор из материала с высокой теплопроводностью (например, из алюминия или меди);

— на стык между тепловыделяющей и теплоотводящей поверхностями радиатора наносится слой термоин-

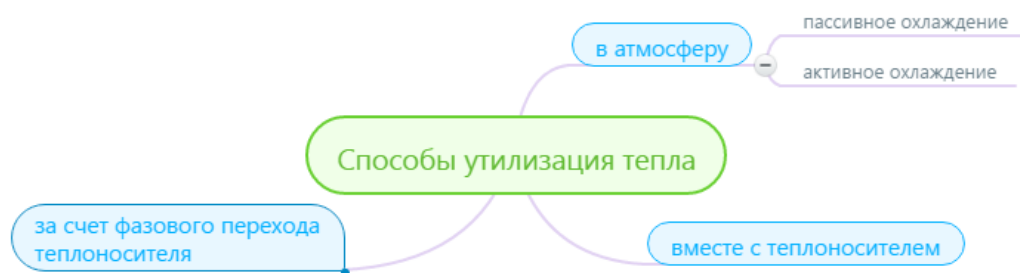


Рис. 1.1. Диаграмма связей способов утилизации тепла

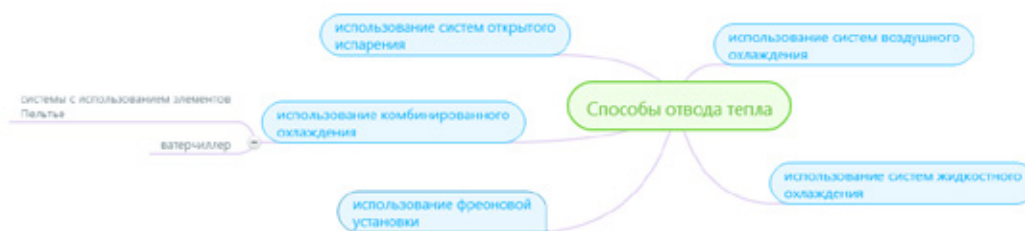


Рис. 1.2. Диаграмма связей способов отвода тепла

терфейса (например, термопаста) для уменьшения потерь теплоотводности на стыке;

— на радиатор прикрепляется вентилятор.

Пассивное охлаждение используется на тех элементах электронной аппаратуры, которые не сильно нагреваются в процессе работы устройства, так как его эффективность много меньше, чем у активного. Но существуют и пассивные радиаторы, которые предназначены для построения бесшумной системы охлаждения, и они имеют довольно высокие показатели отвода тепла при низкой скорости потока воздуха. Для увеличения излучаемого радиатором тепла применяют чернение поверхности радиатора. Также поверхности нагревающегося компонента и радиатора после шлифовки имеют шероховатость около 10 мкм, а после полировки — около 5 мкм. Эти шероховатости не дают поверхностям плотно соприкасаться, вследствие чего возникает тонкий воздушный промежуток с очень низкой теплопроводностью, и он заполняется специальными теплопроводными пастами.

Рассмотрим и проанализируем подробнее системы жидкостного охлаждения.

2. Анализ систем жидкостного охлаждения

Процесс жидкостного охлаждения заключается в отводе излишнего тепла от рабочего тела посредством контакта с циркулирующей охлаждающей жидкостью [19]. В качестве рабочей жидкости чаще всего используется дистиллированная вода, часто с добавками, имеющими бактерицидный и/или антигальванический эффект, но также

применяются иногда и масло, и антифриз, и жидкий металл, и другие специальные жидкости. Состав системы жидкостного охлаждения представлен диаграммой связей на рисунке 2.1.

Также по конструктивным особенностям системы жидкостного охлаждения могут разделяться на:

- системы, где охлаждающая жидкость приводится в движение помпой в виде отдельного механического узла;
- беспомповые системы, использующие специальные хладагенты, которые в процессе переноса тепла проходят через жидкую и газообразную фазы.

Системы жидкостного охлаждения электронной аппаратуры классифицируются по двум видам: по типу циркуляции теплоносителя и по источнику циркуляции теплоносителя. Это дробление представлено диаграммой связей на рисунке 2.2.

В *замкнутых* жидкостных системах жидкость-теплоноситель циркулирует по герметичному контуру, нагреваясь от источника тепла (нагревателя) и остывая в охлаждающем контуре (охладителе). В *незамкнутых* жидкостных системах теплоноситель подается снаружи, нагревается у источника тепла и направляется во внешнюю среду, которая и играет роль охладителя [19].

В *открытых* системах нагреватель помещен в некоторый объем теплоносителя, а тот заключен в охладителе, если таковой предусмотрен конструкцией.

Конвективные системы — системы, в которых теплоноситель протекает через нагреватель только за счет тепловой конвекции, а *циркуляционные* системы — системы, в которых для перемещения используется насос.



Рис. 2.1. Диаграмма связей системы жидкостного охлаждения

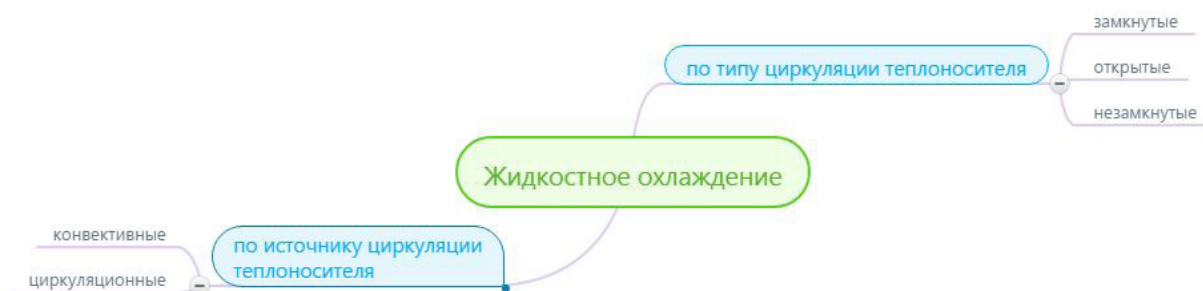


Рис. 2.2. Диаграмма связей классификации системы жидкостного охлаждения

Принцип действия помповой системы жидкостного охлаждения персонального компьютера эффективен и прост, и, в общем-то, ничем не отличается от систем охлаждения применяемых в автомобилях. Жидкость прокачивается через радиаторы охлаждаемых устройств с помощью специального насоса. Все компоненты конструкции соединены

между собой гибкими трубками диаметром 6–12 мм. Проходя через радиатор процессора и, в ряде случаев, других устройств, жидкость забирает их тепло, после чего попадает по трубкам в радиатор теплообменника с наружным воздухом, где охлаждается сама [21]. Система замкнута, и жидкость в ней циркулирует постоянно (рисунок 2.3).

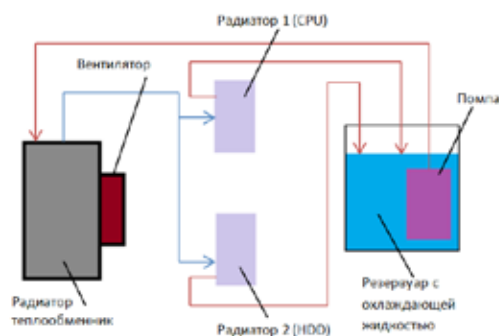


Рис. 2.3. Общая схема помповой системы жидкостного охлаждения

В беспомповых системах жидкостного охлаждения используется принцип испарителя, создающего направленное давление для движения охлаждающего вещества. Здесь применяются специальные *хладагенты* — это жидкость с низкой точкой кипения. Сначала, в холодном состоянии радиатор и магистрали заполнены жидкостью. Но когда радиатор процессора нагревается выше какой-то температуры, жидкость в нем превращается в пар. Важно, что сам процесс превращения в пар поглощает дополнительную энергию в виде тепла, а значит, повышает эф-

фективность охлаждения. Горячий пар создает давление и старается покинуть пространство радиатора процессора. Через специальный односторонний клапан пар может выйти только в одну сторону — двигаться в радиатор теплообменника-конденсатора. Попадая в радиатор теплообменника, пар вытесняет оттуда холодную жидкость в радиатор процессора, а сам остывает и превращается вновь в жидкость.

Ниже на рисунке 2.4 представлен системный блок персонального компьютера с системой жидкостного охлаждения.

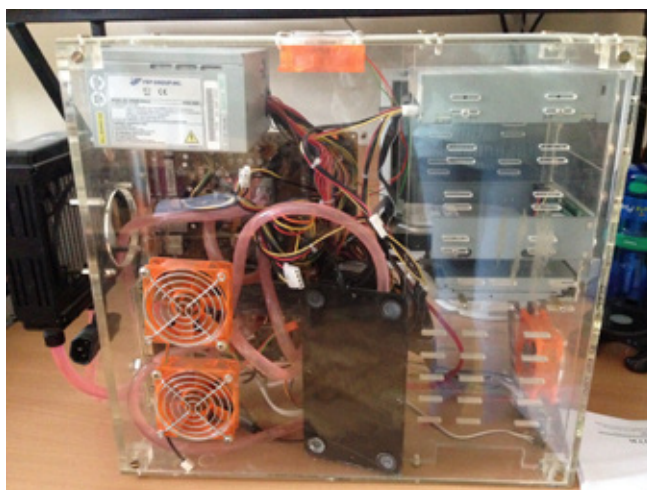


Рис. 2.4. Исследуемый системный блок с жидкостным охлаждением

Таким образом, охлаждающее вещество в чередующихся фазах жидкость-пар постоянно циркулирует по замкнутой системе трубопровода, пока радиатор горячий. Энергией для движения здесь является само тепло, выделяемое охлаждаемым элементом.

3. Анализ достоинства и недостатки жидкостного охлаждения

Достоинства и недостатки систем жидкостного охлаждения приведены в таблице 1.

Таблица 1. Достоинства и недостатки систем жидкостного охлаждения

| Достоинства | Недостатки |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> — тепловая емкость жидкости значительно больше, чем у воздуха, следовательно, эффективность теплоотвода выше; — ниже уровень шума за счет снижения мощности вентилятора. Как правило, в системах жидкостного охлаждения используются низкооборотные кулеры, создающие поток воздуха, который и охлаждает нагретую жидкость. Такие кулеры не развивают высокой скорости вращения и, следовательно, шум от системы меньше, чем от мощных вентиляторов, используемых в воздушном охлаждении; — нет передачи тепла от одного элемента к другому (как это происходит в случае воздушного охлаждения); — данные системы могут легко модернизироваться — водоблок может устанавливаться не только на процессор, но и чипсет материнской платы и на чип видеокарты, что касается персонального компьютера. Радиатор можно перенести в любое место и даже вынести за пределы корпуса; — существует возможность организовать параллельное охлаждение сразу нескольких устройств. | <ul style="list-style-type: none"> — более дорогая цена системы по сравнению с воздушной системой; — более сложная установка из-за того, что современные системные блоки спроектированы под воздушные системы охлаждения. Однако, с появлением на рынке корпусов, подходящих для монтажа систем водяного охлаждения, популярность этих систем будет расти; — возможность повреждения элементов компьютера при разгерметизации системы. |

Заключение

В ходе проведенного анализа систем жидкостного охлаждения были выявлены основные составляющие системы. Были рассмотрены классификации систем жидкостного охлаждения по разным критериям. Также

определены основные недостатки и достоинства такого способа охлаждения электронной аппаратуры.

Таким образом, можно сделать вывод, что использование систем жидкостного охлаждения существенно повышает охлаждение того или иного компонента электронного устройства по сравнению, например, с воздушным охлаждением.

Литература:

1. Билибин, К.И., Власов А.И., Журавлева Л.В. и др. Конструкторско-технологическое проектирование электронной аппаратуры. Учебник для вузов — Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2005. 568 с. Сер. «Информатика в техническом университете» (Издание второе, переработанное и дополненное).
2. Преснухин, Л.Н., Шахнов В.А. Конструирование электронных вычислительных машин и систем. Учебник для втузов по специальности «ЭВМ» и «Конструирование и производство ЭВА» — Москва, Изд-во Высшая школа. 1986. 512 с.
3. Парфенов, Е.М., Камышная Э.Н., Усачов В.П. Проектирование конструкций радиоэлектронной аппаратуры. Учебное пособие для вузов — Москва, Изд-во Радио и связь. 1989. 272 с.
4. Камышная, Э.Н., Маркелов В.В., Соловьев В.А. Конструкторско-технологические расчеты электронной аппаратуры. — Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2014. 165 с.
5. Андреев, К.А., Власов А.И., Камышная Э.Н., Тиняков Ю.Н., Лавров А.В. Автоматизированная пространственная оптимизация компоновки блока управления датчика давления по тепловому критерию // Инженерный журнал: наука и инновации. 2013. № 6 (18). с. 51.
6. Панфилова, С.П., Власов А.И., Гриднев В.Н., Червинский А.С. Бесконтактный тепловой контроль электронно-вычислительных средств // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. 2007. № 6 (72). с. 42—49.
7. Панфилова, С.П., Власов А.И., Гриднев В.Н., Червинский А.С. Бесконтактный тепловой контроль изделий электронной техники // Производство электроники. 2007. № 3. с. 25—30.
8. Гриднев, В.Н., Сергеева М.Д., Чебова А.И. Линейные модели распознавания тепловизионных изображений неисправностей электронных ячеек // Контроль. Диагностика. 2014. № 8. с. 57—66.
9. Семенцов, С.Г., Гриднев В.Н., Сергеева Н.А. Тепловизионные методы оценки влияния температурных режимов на надежность электронной аппаратуры // Вестник Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. Серия: Приборостроение. 2016. № 1 (106). с. 3—14.

10. Семенов, С.Г., Гринев В.Н., Сергеева Н.А. Исследование влияния температурных режимов на надежность электронной аппаратуры тепловизионными методами // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2016. № 2. с. 6–10.
11. Еланцев, А.В., Маркелов В.В. Автоматизированный контроль и испытания электронной аппаратуры. — Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 1990. 52 с. Том 1: Испытание электронной аппаратуры.
12. Еланцев, А.В., Курбанмагомедов К.Д., Маркелов В.В., Набиуллин А.Н. Методы и средства автоматизированного контроля и испытаний электронной аппаратуры. — Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 1992. 78 с. Том 2: Анализ и обеспечение контроле- и тестопригодности ЭА.
13. Камышная, Э.Н., Маркелов В.В., Усачев В.П. Исследование теплового режима блока охлаждения РЭС при различных системах охлаждения. Учебное пособие по курсу «Конструирование РЭС» — Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 1991. 20 с.
14. Камышная, Э.Н., Маркелов В.В., Соловьев В.А. Программное обеспечение конструкторских расчетов РЭС и ЭВС. Том 8. Расчет радиаторов — Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2003. 28 с.
15. Парфенов, Е.М., Фролов А.В. Расчеты тепловых режимов блоков РЭА и ЭВА на микросхемах и дискретных элементах. — Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 1980. 34 с.
16. Чеканов, А.Н., Маркелов В.В., Кадыков Г.Г. Автоматизация расчетов тепловых режимов с помощью ЭВМ. Расчет тепловых режимов при естественной и принудительной конвекции. — Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 1983. 35 с.
17. Парфенов, Е.М., Костиков В.Г., Буренин В.В. Экспериментальное определение закона теплообмена и коэффициента теплоотдачи: лабораторная работа по курсу конструирование РЭС. Учебное пособие. — Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 1991. 36 с.
18. Захаржевский, С.Б., Курносенко А.Е. Расчет изделий электроники на механические и тепловые воздействия в САПР CREO. Учебное пособие для студентов по направлению «Конструирование и технология электронных средств» — Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2013. 56 с.
19. Жидкостное охлаждение [Электронный ресурс] // https://ru.wikipedia.org/wiki/Жидкостное_охлаждение — Дата обращения 14.11.2016.
20. Система охлаждения компьютера [Электронный ресурс] // https://ru.wikipedia.org/wiki/Система_охлаждения_компьютера — Дата обращения 14.11.2016.
21. Жидкостное охлаждение для компьютеров [Электронный ресурс] // <http://icenter.ru/online/hardarticles/cooling/5818> — Дата обращения 14.11.2016.
22. Мюллер Скотт. Модернизация и ремонт ПК, 19 изд.: Пер. с англ. — М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2011. — 1072 с.: Парал. тит. англ.

Компьютерное моделирование процессов распыла и дисперсии капель жидких топлив в камере сгорания

Аскарова Алия Сандибаевна, доктор физико-математических наук, профессор;

Болегенова Салтанат Алихановна, зав. кафедрой;

Болегенова Сымбат Алихановна, и. о. доцента;

Оспанова Шынар Сабитовна, PhD, старший преподаватель

Казахский национальный университет имени Аль-Фараби (г. Алматы)

Амангелди Айдана Сериккызы, магистрант;

Картанбаев Жанбота Жунисбекулы, магистрант

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики

Киреев Алмас Кабылбекович, магистрант

Казахский национальный университет имени Аль-Фараби (г. Алматы)

В настоящее время, несмотря на прилагаемые усилия по освоению и использованию возобновляемых источников энергии, 85% всей энергии, потребляемой в мире, получают от сжигания ископаемых видов топлива. Как показывает статистика, 39% общего энергопотребления приходится на сжигание жидких топлив и 97% от этого общего производства энергии используется в транспортном секторе. В то время как мы продолжаем пользоваться жидкими топливами, как основным источником энергии, первостепенное значение имеет повышение эф-

фективности и минимизация воздействия на окружающую среду устройств, деятельность которых направлена на сжигание этого вида топлив. Во многих странах мира в последнее время резко возросли требования к качеству топлив с точки зрения их экологической безопасности.

Разработка улучшенных систем преобразования энергии, имеющих более высокую эффективность и низкий уровень выбросов, занимает основное место в сокращении производства парниковых газов. Особенно это касается диоксида углерода (CO_2) и этот факт является гарантией того, что в будущем воздушный транспорт не приведет к нежелательному ухудшению озонового слоя стратосферы [1–2].

Необходимость детального исследования физико-химических процессов, протекающих при горении жидких топлив, определена возросшими требованиями к эффективности работы различных технических устройств, точности прогнозирования воспламенения и обусловлена современными экологическими требованиями по охране окружающей среды. Эффективность работы различных технических устройств, в частности, двигателей внутреннего сгорания в значительной степени базируются на результатах фундаментального исследования физико-химических процессов горения.

Горение жидких топлив отличается рядом специфических особенностей, обусловленных протеканием химических реакций в условиях динамического и теплового взаимодействия реагентов, интенсивного массопереноса при фазовых превращениях, а также зависимостью параметров процесса, как от термодинамического состояния системы, так и от ее структурных характеристик. Так как исследование горения невозможно без его детального изучения, то на первый план выходит проблема фундаментального исследования закономерностей процессов тепломассопереноса при сжигании различных видов топлив.

В связи со сказанным выше особое значение и **актуальность** приобретает интенсификация производства, снижение материалоемкости оборудования, экономное расходование топлива, охрана окружающей среды. Весьма важной является задача создания научных основ интенсивных технологических процессов, обеспечивающих комплексное использование топлива и его отходов, исключающих вредное воздействие производства на биосферу. Новая стратегия охраны природы и энергосбережения предполагает выбор наиболее эффективных достижений научно-технического прогресса. Среди них особо выделяются три основные группы мероприятий: утилизационные, энергетической модернизации, интенсивного энергосбережения.

Большинство течений по природе своей имеют турбулентный характер и состояние турбулентности при движении потока сильно влияет на такие параметры течения, как перенос импульса, температуры и концентрации веществ в смеси.

Данная статья посвящена важному исследованию с точки зрения современной физики горения проблемы численного моделирования распыла и горения жидкого топлива при высокой турбулентности.

Решение задачи о распылении и горении жидкого топлива осуществляется методами численного моделирования с использованием дифференциальных уравнений, описывающих турбулентное течение при наличии химических реакций, и представлены основными уравнениями: неразрывности, движения, внутренней энергии, k-ε модель турбулентности, а так же начальными и граничными условиями [3–6].

Уравнение неразрывности для компоненты реакции m имеет вид:

$$\frac{\partial \rho_m}{\partial t} + \vec{\nabla}(\rho_m \vec{u}) = \vec{\nabla} \left[\rho D \vec{\nabla} \left(\frac{\rho_m}{\rho} \right) \right] + \dot{\rho}_m^c + \dot{\rho}^s \delta_{m1}, \quad (1)$$

где D — коэффициент диффузии, ρ_m — массовая плотность жидкой фазы, ρ — полная массовая плотность, $\dot{\rho}_m^c$ — химический источниковый член; $\dot{\rho}^s$ — источниковый член вследствие впрыска; \vec{u} — скорость жидкости.

Уравнение неразрывности для жидкости, имеет следующий вид:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \vec{\nabla}(\rho \vec{u}) = \dot{\rho}^s \quad (2)$$

Уравнение движения для смеси жидкостей:

$$\frac{\partial(\rho \vec{u})}{\partial t} + \vec{\nabla}(\rho \vec{u} \vec{u}) = -\frac{1}{\alpha^2} \vec{\nabla} p - A_0 \vec{\nabla} \left(\frac{2}{3} \rho k \right) + \vec{\nabla} \vec{\sigma} + \vec{F}^s + \rho \vec{g}, \quad (3)$$

где p — давление жидкости, α — безразмерная величина, A_0 равно 0 при ламинарном течении и 1 — при турбулентности. Тензор вязких напряжений имеет вид:

$$\vec{\sigma} = \mu \left[\vec{\nabla} \vec{u} + (\vec{\nabla} \vec{u})^T \right] + \lambda \vec{\nabla} \vec{u} \vec{I}. \quad (4)$$

Здесь μ — динамическая вязкость жидкости, λ — коэффициент вязкости, g — ускорение свободного падения и I — удельная внутренняя энергия.

Уравнение внутренней энергии представлено ниже:

$$\frac{\partial(\rho \vec{I})}{\partial t} + \vec{\nabla} \cdot (\rho \vec{u} \vec{I}) = -\rho \vec{\nabla} \vec{u} + (1 - A_0) \vec{\sigma} \vec{\nabla} \vec{u} - \vec{\nabla} \vec{J} + A_0 \rho \varepsilon + \dot{Q}^c + \dot{Q}^s, \quad (5)$$

где \dot{Q}^c — источниковый член, обусловленный тепловыделением в результате химической реакции и \dot{Q}^s — тепло, которое приносит впрыскиваемое топливо. Вектор теплового потока J складывается из электропроводности и переноса энтальпии.

При использовании модели турбулентности ($A_0=1$) решаются уравнения для кинетической энергии турбулентности k и скорости ее диссипации ε :

$$\frac{\partial \rho k}{\partial t} + \vec{\nabla} \cdot (\rho \vec{u} k) = -\frac{2}{3} \rho k \vec{\nabla} \cdot \vec{u} + \sigma \cdot \nabla \vec{u} + \vec{\nabla} \cdot \left[\left(\left(\frac{\mu}{Pr_k} \right) \vec{\nabla} k \right) \right] - \rho \varepsilon + \dot{W}^s, \quad (6)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \rho \varepsilon}{\partial t} + \vec{\nabla} \cdot (\rho \vec{u} \varepsilon) = & -\left(\frac{2}{3} c_{\varepsilon 1} - c_{\varepsilon 2}\right) \rho \varepsilon \vec{\nabla} \cdot \vec{u} + \vec{\nabla} \cdot \left[\left(\left(\frac{\mu}{Pr_\varepsilon} \right) \vec{\nabla} \varepsilon \right) \right] + \\ & + \frac{\varepsilon}{k} \left[c_{\varepsilon 1} \vec{\sigma} \vec{\nabla} \vec{u} - c_{\varepsilon 2} \rho \varepsilon + c_s \dot{W}^s \right]. \end{aligned} \quad (7)$$

Величина \dot{W}^s возникает вследствие взаимодействия с распылителем. Константы $c_{\varepsilon 1}, c_{\varepsilon 2}, c_s, Pr_k, Pr_\varepsilon$ определяются из эксперимента [6].

В работе была использована модель камеры сгорания в форме цилиндра, высота которой 15 см, диаметр 4 см. Общий вид камеры сгорания представлен на рисунке 1. Расчетная область состоит из 650 ячеек. С помощью сопла, которое располагается в центре нижней части камеры сгорания, впрыскивается жидкое топливо. Площадь форсунки равна $2 \cdot 10^{-4} \text{ см}^2$. Температура стенок камеры сгорания 353 К. Начальная температура газа в камере сгорания 900 К, топливо впрыскивается при 300 К. Начальный радиус впрыскиваемых капель 25 мкм. Угол, при котором впрыскиваются капли, равен 10° . Давление в камере сгорания составляет 80 бар, скорость впрыска жидкого топлива равна 250 м/с.

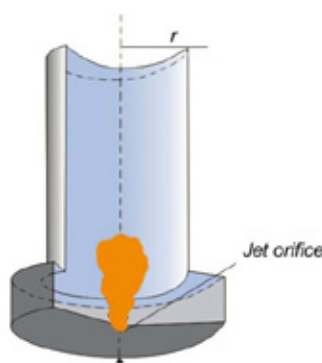
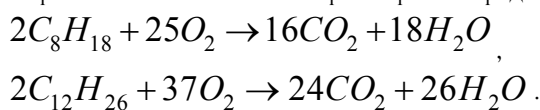


Рис. 1. Общий вид камеры сгорания

В данной работе были использованы два вида жидких топлив: октан (C_8H_{18}) и додекан ($C_{12}H_{26}$). Химические реакции горения этих топлив в камере сгорания представлены ниже:



Эти реакции приводят к образованию углекислого газа и воды.

На следующих рисунках показаны результаты численного моделирования горения октана и додекана в камере сгорания. На рисунке 2 представлено распределение капель октана и додекана по размерам по высоте камеры в момент времени $t=2,5$ мс. В момент времени $t=2,5$ мс капли октана и додекана поднялись на высоту камеры равной 0,62 см и

0,72 см. Анализируя поведение додекана, можно отметить, что размеры его капель чуть больше капель октана. Обращая внимание на распределение октана и додекана по радиусам можно заметить, что капли додекана быстрее испаряются и плотность распределения более высокая. Также со временем размер капель октана растет.

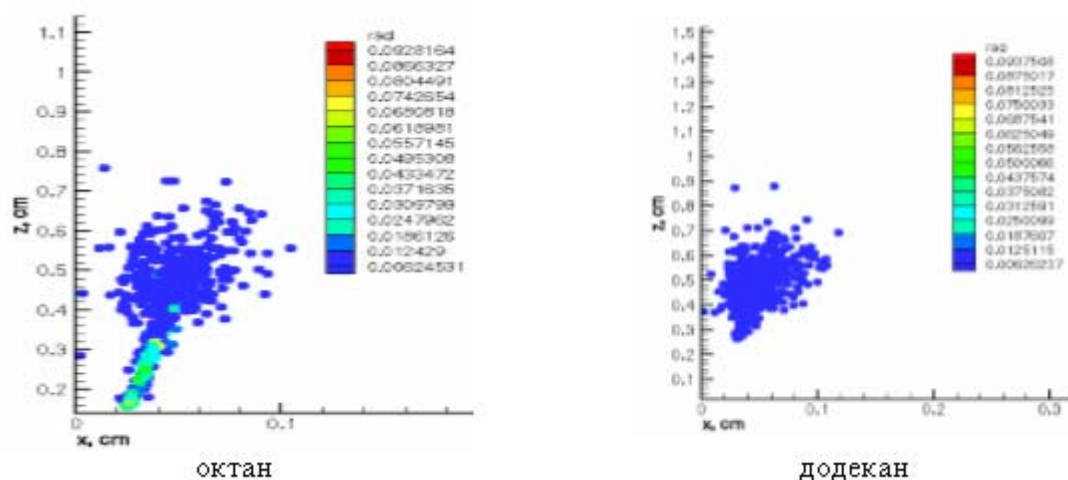


Рис. 2. Распределение капель октана и додекана по радиусам по высоте камеры сгорания в момент времени $t=2,5$ мс

На рисунке 3 показаны поля температуры в камере сгорания при горении октана и додекана в момент времени 2,5 мс. Эти графики свидетельствуют о том, что при горении октана большая часть камеры прогревается до 987,192 К, а при горении додекана в камере дольше всего держится значение температуры равное 1003,05 К. В момент времени $t=2,5$ мс в ядре температурного факела при горении октана температура достигает значения 2687,32 К. При горении додекана максимальная температура составила 2679,87 К, а температура всей камеры, кроме зоны факела, достигает 1003,05 К. Для двух рассматриваемых видов топлив (октан и додекан) при распределении температур наблюдается следующая картина: область, охватываемая максимальной температурой, при горении обоих топлив в различные моменты времени почти одинаковая, но по сравнению с октаном весь объем камеры при сжигании додекана быстрее прогревается до высоких значений температуры. Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что процесс горения октана и додекана происходит в газовой фазе, и по всему объему камеры сгорания наблюдается равномерное распределение температур.

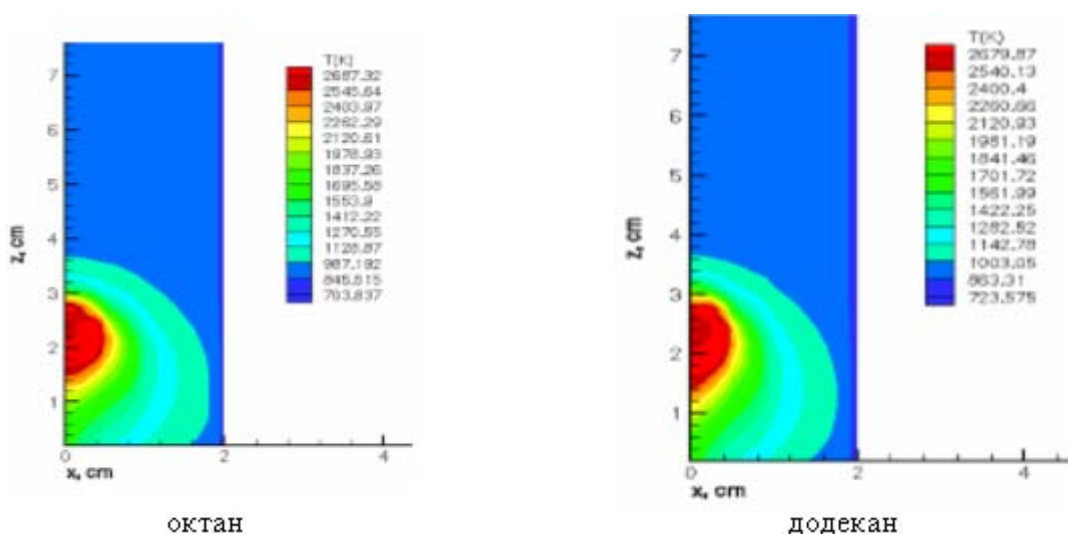


Рис. 3. Профиль температуры в камере сгорания при горении октана и додекана в момент времени $t=2,5$ мс

На следующем рисунке 4 представлены поля концентрации обоих видов топлив в момент времени 2,5 мс. При сравнении октана и додекана можно увидеть, что пары обоих видов топлив поднимаются на различные высоты.

К примеру, в момент времени $t=2,5$ мс пары октана поднимаются на высоту камеры 2,3 см, а пары додекана в это же время находятся на высоте 2,6 см.

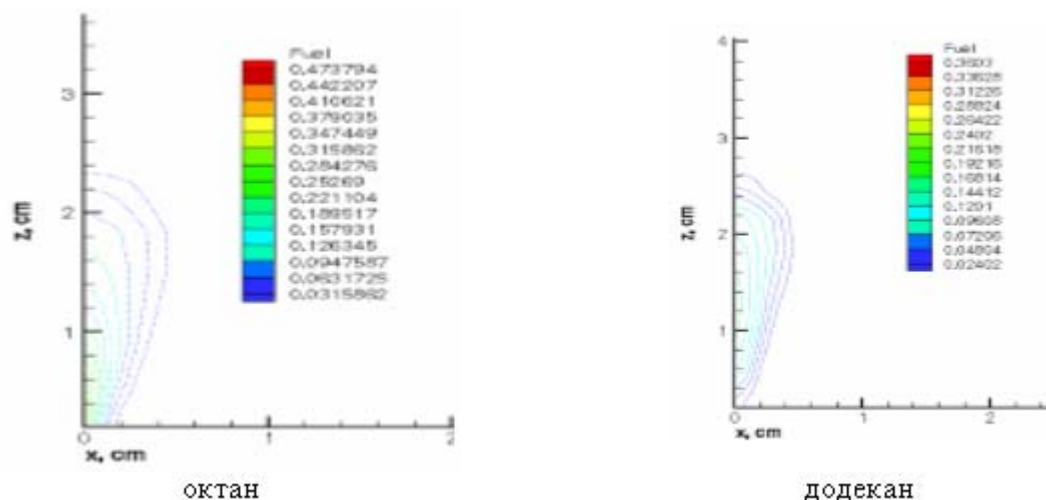


Рис. 4. Распределение паров октана и додекана по высоте камеры сгорания в момент времени 2,5 мс

Таким образом, по полученным результатам по горению двух видов жидких топлив можно сделать заключение:

- капли октана и додекана поднимаются на различные высоты, но имеют почти одинаковые размеры;
- при горении обоих видов топлив температура в камере сгорания достигает максимальных значений, но при горении октана в большей части камеры сгорания сохраняется меньшая температура, чем при горении додекана;
- концентрации паров топлив (октан и додекан) в начальные моменты времени имеют почти одинаковые значения, но с течением времени достигают максимальных значений по всему объему камеры.

Литература:

1. Askarova, A., Bolegenova S., Bekmukhamet A., Ospanova Sh., Gabitova Z. Using 3D modeling technology for investigation of conventional combustion mode of BKZ-420–140–7C combustion chamber // Journal of Engineering and Applied Sciences. — 2014. — Vol. 1, № 9. — P. 24–28.
2. Askarova, A. S., Karpenko, E. I., Messerle, V. E., Ustimenko, A. B. Mathematical modelling of the processes of solid fuel ignition and combustion at combustors of the power boilers // 7th International Fall Seminar on Propellants, Explosives and Pyrotechnics. — Xian, 2007. — Vol. 7. — P. 672–683.
3. Askarova, A. S., Ustimenko, A. B., Bolegenova, S. A., Maksimov, V. Yu. Numerical simulation of the coal combustion process initiated by a plasma source // Thermophysics and aeromechanics. — 2014. — Vol 21, issue 6. — P. 747–754.
4. Bolegenova, S. A., Maximov, V. Y., Bekmukhamet, A., Beketayeva, M. T. Gabitova, ZK., et al. Computational method for investigation of solid fuel combustion in combustion chambers of a heat power plant // High temperature. — 2015. — Vol. 5, issue 5. — P. 751–757.
5. Amsden, A. A., O'Rourke P. J., Butler, T. D. KIVA-II: A computer program for chemically reactive flows with sprays. — Los Alamos, 1989. — 160 c.
6. Amsden, D. C., Amsden A. A., The KIVA Story: A Paradigm of Technology Transfer // IEEE Transactions on Professional Communication Journal. — 1993. — Vol. 36, № 4. — P. 190–195.

Математическое моделирование снижения шума от пильного диска, достигаемого применением вибродемпфирующих прокладок с сухим трением

Асминин Виктор Федорович, доктор технических наук, профессор;
Осмоловский Денис Сергеевич, кандидат технических наук, старший преподаватель;
Дружинина Елена Владимировна, аспирант
Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова

В работе описывается унифицированная конструкция вибродемпфирующих прокладок с сухим трением для снижения шума от дисковых пил круглопильных деревообрабатывающих станков. А также приводится разработанная математическая модель снижения уровня звукового давления (ΔL , дБ), излучаемого пильным диском с вибродемпфирующими прокладками с сухим трением. Математическая модель снижения уровня звукового давления подтверждает ранее проведенные натурные испытания и общую акустическую эффективность предложенной конструкции.

Разработанная унифицированная конструкция, состоящая из вибродемпфирующих фрикционных прокладок (с сухим трением ВДПСТ), помещается между пильным диском и зажимным фланцем круглопильных деревообрабатывающих станков. Предлагаемая конструкция состоит, по меньшей мере, из двух идентичных вибродемпфирующих прокладок, состоящих каждая из слоя основы и слоя мелкодисперсных минеральных абразивных частиц, наносимых адгезионным способом на основу. При этом фрикционная площадь контактирующих поверхностей увеличивается в несколько раз за счет взаимного проникновения мелкодисперсных частиц слоев прокладок, что позволяет повысить их акустическую эффективность. Основным фактором диссипации вибрационной энергии в предложенной конструкции выступает сухое трение между минеральными абразивными частицами.

Ключевые слова: вибродемпфирование, снижение шума, круглопильный деревообрабатывающий станок, прокладки с сухим трением, пильный диск, абразивные частицы, математическая модель снижения шума

Mathematical model of reduction of level of noise by saw disk application vibradamping gaskets with a dry friction (VDPST)

Asminin V. F., Prof. Dr.-Ing.;
Osmolovsky D. S., Ph. D. in Engineering Science, head instructor;
Bolychevsky A. V., post-graduate student
Voronezh state University of forestry and technologies named after G. F. Morozov

In the work described construction of vibradamping gaskets with a dry friction for the reduction of noise from saw disk circular woodworking machines. And also led, the mathematical model of reduction of level of noise pressure (ΔL , dB) is radiated by saw disk with vibradamping gaskets with a dry friction. The mathematical model of reduction of level of noise pressure confirms the before conducted model tests and general acoustic efficiency of an offer construction.

The unified construction of the device which consists of the vibradamping frictional gaskets (with a dry friction VDPST) placed between a saw disk and a clamping flange circular of woodworking machines is offered. Introduce construction consist, in the least, from two identical vibradamping gaskets, consisted from ply base ply finely divided minerals abrasive particles, applied adhesion method on base. That said friction content joint surfaces expended in more than once at one's cost relative to penetration abrasive particles ply gaskets, what expended their acoustical efficiency. Crucial factor dissipation vibration energy in propose construction come out dry friction between minerals abrasive particles.

Key words: vibradamping, noise reduction, circular woodworking machine, gaskets with dry friction, saw disk, abrasive particles, mathematical model of reduction of noise

Как известно, круглопильные деревообрабатывающие станки относятся к одному из наиболее шумных видов деревообрабатывающего оборудования (уровень шума на рабочем ходу достигает 110–120 дБА). Доминирующим источником шума от круглопильных деревообрабатывающих станков на рабочем ходу является пильный диск, вследствие возбуждения в нем звуковой вибрации [1, 2, 3, 4, 5, 6].

Разработана и запатентована конструкция унифицированных вибродемпфирующих прокладок с сухим трением (ВДПСТ), которые помещаются между пыльным диском и зажимными фланцами станка (рис. 1). Предлагаемая конструкция состоит, по меньшей мере, из двух идентичных вибродемпфирующих прокладок, состоящих каждая из слоя основы (например, тканевой или бумажной) и слоя мелкодисперсных минеральных абразивных частиц, наносимых адгезионным способом на основу. При этом фрикционная площадь контактирующих поверхностей увеличивается в несколько раз за счет взаимного проникновения мелкодисперсных частиц слоев прокладок, что позволяет повысить их акустическую эффективность, при этом ограничить их размер до диаметра зажимного фланца [7, 8, 9, 15].

Для пыльного диска с ВДПСТ на сегодняшний день не существует подходов теоретического представления диссипации колебательной энергии в системе «пыльный диск — ВДПСТ», что необходимо для теоретической оценки акустической эффективности предложенной конструкции нового демпфирующего устройства. На основе метода волнового сопротивления тонких пластин была разработана математическая модель снижения уровня звукового давления (ΔL , дБ) излучаемого пыльным диском с ВДПСТ [10, 11, 12, 13, 14, 15]. При разработке модели были приняты некоторые допущения:

- пыльный диск представлен как круглая металлическая пластина зажата в центре;
- ВДПСТ представлены как пластины круглой формы зажаты в центре.

В данной работе приводится сокращенный вариант описания математической модели снижения шума от пыльного диска применением ВДПСТ, в котором отражены основные подходы и положения моделирования [15].

Как известно, снижение шума излучаемого демпфированным пыльным диском в окружающее пространство, оценивается по формуле:

$$\Delta L = 20 \lg \left(\frac{\eta_{\Sigma}}{\eta_o} \right), \quad (1)$$

где η_o — коэффициенты потерь пыльного диска без ВДПСТ; η_{Σ} — коэффициенты потерь пыльного диска с ВДПСТ.

Коэффициент потерь материала пыльного диска можно определить, если известен импеданс для данной конструкции по формуле (2), т. е.

$$\eta_o = \frac{\operatorname{Re} Z_o}{|Z_o|} \quad (2)$$

где $|Z_o| = \sqrt{(\operatorname{Re} Z_o)^2 + (\operatorname{Im} Z_o)^2}$ — модуль импеданса пыльного диска; $\operatorname{Re} Z_o$ — действительная часть импеданса пыльного диска; $\operatorname{Im} Z_o$ — мнимая часть импеданса пыльного диска.

Коэффициент потерь материала пыльного диска с ВДПСТ можно определить, если известен суммарный импеданс

$$\eta_{\Sigma} = \frac{\operatorname{Re} Z_{\Sigma}}{|Z_{\Sigma}|} \quad (3)$$

где $|Z_{\Sigma}| = \sqrt{(\operatorname{Re} Z_{\Sigma})^2 + (\operatorname{Im} Z_{\Sigma})^2}$ — модуль импеданса пыльного диска с ВДПСТ; $\operatorname{Re} Z_{\Sigma}$ — действительная часть импеданса пыльного диска с ВДПСТ; $\operatorname{Im} Z_{\Sigma}$ — мнимая часть импеданса пыльного диска с ВДПСТ.

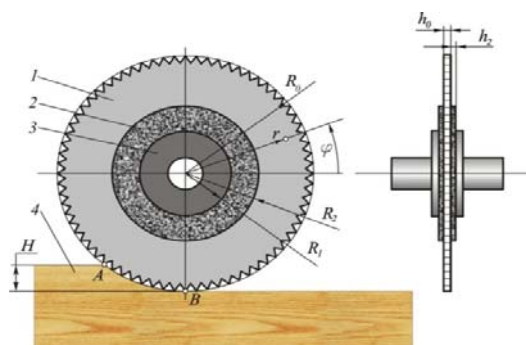


Рис. 1. Узел крепления пыльного диска с ВДПСТ: 1 — пыльный диск; 2 — ВДПСТ; 3 — зажимные фланцы; 4 — заготовка

Суммарный импеданс пыльного диска с ВДПСТ имеет вид

$$Z_{\Sigma} = Z_o + 2Z_2 \quad (4)$$

где Z_2 — импеданс ВДПСТ.

Импеданс пильного диска и ВДПСТ можно записать в виде

$$Z_o = \operatorname{Re} Z_o + i \operatorname{Im} Z_o \quad (5)$$

$$Z_2 = \operatorname{Re} Z_2 + i \operatorname{Im} Z_2 \quad (6)$$

$$Z_{\Sigma} = \operatorname{Re} Z_{\Sigma} + i \operatorname{Im} Z_{\Sigma} \quad (7)$$

Составляющие суммарного импеданса пильного диска и ВДПСТ будут

$$\operatorname{Re} Z_{\Sigma} = \operatorname{Re} Z_o + 2 \operatorname{Re} Z_2 \quad (8)$$

$$\operatorname{Im} Z_{\Sigma} = \operatorname{Im} Z_o + 2 \operatorname{Im} Z_2 \quad (9)$$

На основании формулы (3) коэффициенты потерь, соответственно, для пильного диска с ВДПСТ будут:

$$\eta_o = \frac{\operatorname{Re} Z_o}{\sqrt{(\operatorname{Re} Z_o)^2 + (\operatorname{Im} Z_o)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{\operatorname{Im} Z_o}{\operatorname{Re} Z_o}\right)^2}} \quad (10)$$

$$\eta_{\Sigma} = \frac{\operatorname{Re} Z_{\Sigma}}{\sqrt{(\operatorname{Re} Z_{\Sigma})^2 + (\operatorname{Im} Z_{\Sigma})^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{\operatorname{Im} Z_{\Sigma}}{\operatorname{Re} Z_{\Sigma}}\right)^2}} \quad (11)$$

Формулу (1) с учётом (8), (9), (10) и (11) после преобразований запишем в виде:

$$\Delta L = 10 \lg \left[\frac{1 + \left(\frac{\operatorname{Im} Z_o}{\operatorname{Re} Z_o}\right)^2}{1 + \left(\frac{\operatorname{Im} Z_o + 2 \operatorname{Im} Z_2}{\operatorname{Re} Z_o + 2 \operatorname{Re} Z_2}\right)^2} \right] \quad (12)$$

Коэффициенты потерь, входящие в (1) и составные элементы импедансов, входящие в (12) могут быть определены на основе гипотез Кирхгофа-Лява [10, 11, 12, 13, 14]: прямолинейный элемент, нормальный к срединной поверхности до деформации, остается прямым и нормальным к срединной поверхности, не меняя своей длины. Деформации предполагаются малыми. В пластине реализуется обобщенное плоское напряженное состояние.

Деформацию срединной поверхности при изгибе пластины не учитывают. Предполагаем, что на пильный диск действует динамическая нагрузка F , а на контуре приложены поперечные силы, изгибающие и крутящие моменты. Согласно (8, 11, 12, 13, 15, 16, 18, 19, 20).

Поперечные колебания упругой пластины круглой формы описываются уравнением:

$$\begin{aligned} & \frac{\partial}{\partial r} \left\{ r \left[D \frac{\partial}{\partial r} \left(\frac{\partial^2 \xi}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial \xi}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 \xi}{\partial \varphi^2} \right) + \frac{\partial D}{\partial r} \left(\frac{\partial^2 \xi}{\partial r^2} + \frac{\sigma}{r} \frac{\partial \xi}{\partial r} + \frac{\sigma}{r^2} \frac{\partial^2 \xi}{\partial \varphi^2} \right) \right] \right\} + \\ & + \frac{\partial}{\partial \varphi} \left[\frac{D}{r} \frac{\partial}{\partial \varphi} \left(\frac{\partial^2 \xi}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial \xi}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 \xi}{\partial \varphi^2} \right) + (1 - \sigma) \frac{\partial D}{\partial r} \frac{\partial}{\partial r} \left(\frac{1}{r} \frac{\partial \xi}{\partial \varphi} \right) \right] - \omega^2 \rho_1 r h_0 \xi = 0 \end{aligned} \quad (13)$$

где $D = \frac{E h_o^3 (1 + i \eta)}{12(1 - \sigma_o^2)}$ — цилиндрическая жесткость, в которой учтен коэффициент потерь материала дисковой

пилы; r — радиальная координата точки на диске; φ — угловая координата точки на диске; ξ — поперечные перемещения диска пилы; ω — круговая частота колебаний диска; ρ_1 — объемная плотность материала диска; h_o — толщина диска; $i = \sqrt{-1}$ — мнимая единица.

С учетом динамической силы уравнение (13) после дифференцирования по времени, и выполнения некоторых преобразований, примет вид

$$D \frac{\partial}{\partial r} \left\{ r \left[\frac{\partial}{\partial r} \left(\frac{\partial^2 \dot{\xi}}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial \dot{\xi}}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 \dot{\xi}}{\partial \varphi^2} \right) + \frac{\partial}{\partial r} \left(\frac{\partial^2 \dot{\xi}}{\partial r^2} + \frac{\sigma}{r} \frac{\partial \dot{\xi}}{\partial r} + \frac{\sigma}{r^2} \frac{\partial^2 \dot{\xi}}{\partial \varphi^2} \right) \right] \right\} +$$

$$+ \frac{\partial}{\partial \varphi} \left[\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial \varphi} \left(\frac{\partial^2 \dot{\xi}}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial \dot{\xi}}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 \dot{\xi}}{\partial \varphi^2} \right) + (1 - \sigma) + \frac{\partial^2}{\partial r^2} \left(\frac{1}{r} \frac{\partial \dot{\xi}}{\partial \varphi} \right) \right] - \omega^2 \rho_1 r h_0 \dot{\xi} = \frac{dF/dt}{\cup AB} \quad (14)$$

где $\dot{\xi} = \frac{d\xi}{dt}$ — вибрационная скорость поверхности диска.

Общее аналитическое решение уравнения (14) для вибрационной скорости может быть найдено в некоторых частных случаях с учетом некоторых допущений.

Во внимание будут приниматься условия:

1) Функция $\xi(\varphi) = \text{const}$, что соответствует наличию только узловых окружностей и отсутствию узловых диаметров в собственных формах колебаний диска, т. е. $\frac{\partial \xi}{\partial \varphi} = \frac{\partial^2 \xi}{\partial \varphi^2} = 0$

2) Поверхность элемента диска носит колебательный характер в форме

$$\xi(r, t) = \xi_o e^{i(\omega t - kr)}, \text{ где } \omega \text{ — круговая частота колебаний; } k = \left(\frac{h_o \rho_1 \omega^2}{D_o} \right)^{\frac{1}{4}} \text{ — волновое число изгибных волн;}$$

$$D_o = \frac{E_o h_o^3 (1 + i \eta_o)}{12(1 - \sigma_o^2)} \text{ — цилиндрическая жесткость пыльного диска; } E_o \text{ — модуль Юнга материала пыльного диска;}$$

η_o — коэффициент потерь материала пыльного диска.

3) Вибрационная скорость поверхности пыльного диска с учётом (15) будет

$$\dot{\xi} = \frac{\partial}{\partial t} \xi(r, t) = \xi_o i \omega \cdot \exp[i(\omega t - kr)] \quad (16)$$

4) Величина силовой нагрузки, действующей на пыльный диск, будет определяться параметрами пыльного диска, т. е. количество режущих зубьев, скорость вращения диска, глубина резания, ширина полотна диска и т. д. Величину силовой нагрузки можно представить в виде

$$F = F_o \cdot \exp[i(At - kr)] \quad (17)$$

где A — комплекс, учитывающий параметры диска и имеющий вид

$$A = \frac{\pi}{60} n z \quad (18)$$

где n — количество оборотов в минуту; z — количество режущих зубьев на диске, $F_o = \frac{N_p}{V_p}$ — амплитуда силовой нагрузки; N_p — мощность резания; V_p — скорость резания.

После ряда преобразований [15] из уравнений 11, 2 и с учетом 17 можно определить вибрационную скорость импеданс пыльного диска, соответственно, в следующем виде:

$$\dot{\xi} = \frac{K_o F_o \cdot \exp[i(At - k_o r)]}{\left[\left((3 - \sigma_o) k_o^3 - (1 - \sigma_o) \frac{k_o}{r} \left(\frac{1}{r} + k_o i \right) - 2 k_o^4 r i \right) D_o + \omega^2 \rho_1 r h_o i \right]} \quad (19)$$

$$\text{где } K_o = \frac{A}{R_o \cdot \arccos \left(\frac{R_o - H}{R_o} \right)} \quad (20)$$

$$Z_o = \frac{1}{K_o} \left[\left((3 - \sigma_o)k_o^3 - (1 - \sigma_o)\frac{k_o}{r} \left(\frac{1}{r} + k_o i \right) - 2k_o^4 r i \right) D_o + \omega^2 \rho_1 r h_o i \right] \quad (21)$$

Импеданс Z_2 ВДПСТ можно определить на основании рассуждений представленных выше. Используем уравнение похожее на уравнение (14), но имеющее несколько иные характеристики материала. Уравнение поперечных колебаний ВДПСТ с учётом динамической силы представится в виде:

$$D_2 \frac{\partial}{\partial r} \left\{ r \left[2 \frac{\partial^3 \dot{\xi}}{\partial r^3} + (1 - \sigma) \frac{\partial}{\partial r} \left(\frac{1}{r} \frac{\partial \dot{\xi}}{\partial r} \right) \right] \right\} - \omega^2 \rho_2 r h_2 \dot{\xi} = \frac{dF_2/dt}{2\pi R_2} \quad (22)$$

Вибрационная скорость ВДПСТ определится из уравнения:

$$\dot{\xi} = \frac{K_2 F_o \frac{R_2}{R_o} \cdot \exp[i(At - kr)]}{\left[\left((3 - \sigma_2)k_2^3 - (1 - \sigma_2)\frac{k_2}{r} \left(\frac{1}{r} + k_2 i \right) - 2k_2^4 r i \right) D_2 + \omega^2 \rho_2 r h_2 i \right]} \quad (23)$$

Импеданс ВДПСТ запишем в виде

$$Z_2 = \frac{1}{K_2} \left[\left((3 - \sigma_2)k_2^3 - (1 - \sigma_2)\frac{k_2}{r} \left(\frac{1}{r} + k_2 i \right) - 2k_2^4 r i \right) D_2 + \omega^2 \rho_2 r h_2 i \right] \quad (24)$$

В результате некоторых преобразований [15] мнимая и действительные части импедансов пыльного диска и ВДПСТ примут следующий вид:

$$\operatorname{Re}(Z_o) = \frac{G_1}{K_o} [Y_1(\omega) - Y_2(\omega)\eta_o] \quad (25)$$

$$\operatorname{Im}(Z_o) = \frac{G_1}{K_o} [Y_1(\omega)\eta_o + Y_2(\omega)] + G_4 \omega^2 \quad (26)$$

$$\operatorname{Re} Z_2 = \frac{P G_1}{K_2} [P Y_1(\omega) - P Y_2(\omega)\eta_2] \quad (27)$$

$$\operatorname{Im} Z_2 = \frac{P G_1}{K_2} [P Y_1(\omega)\eta_2 + P Y_2(\omega)] + P G_4 \omega^2 \quad (28)$$

Зная значения импедансов, а соответственно и коэффициентов потерь пыльного диска и ВДПСТ по формулам 1 и 12 можно рассчитать теоретическое снижение шума от применения ВДПСТ, где будет учитываться основные параметры: глубина резания, диаметр пыльного диска, диаметр ВДПСТ, число зубьев пыльного диска, количество оборотов пыльного диска в минуту и. д.

По разработанной математической модели были проведены расчеты снижения уровней звукового давления от возбужденного пыльного диска применением ВДПСТ. Основные параметры, использованные для теоретических расчетов, соответствовали параметрам, при которых проводились экспериментальные исследования. Результаты теоретических расчетов и экспериментальных исследований приведены на рис. 2. Предложенная математическая модель зависимости акустической эффективности ВДПСТ может быть использована для теоретического определения акустической эффективности с величиной достоверности аппроксимации $R^2 = 0,93$. Из представленных графических зависимостей следует, что характер изменения теоретических и экспериментальных кривых практически идентичен во всем рассматриваемом диапазоне частот (от 125 до 16000 Гц). Полученный результат подтверждает достоверность выдвинутой гипотезы и демонстрирует адекватность математической модели

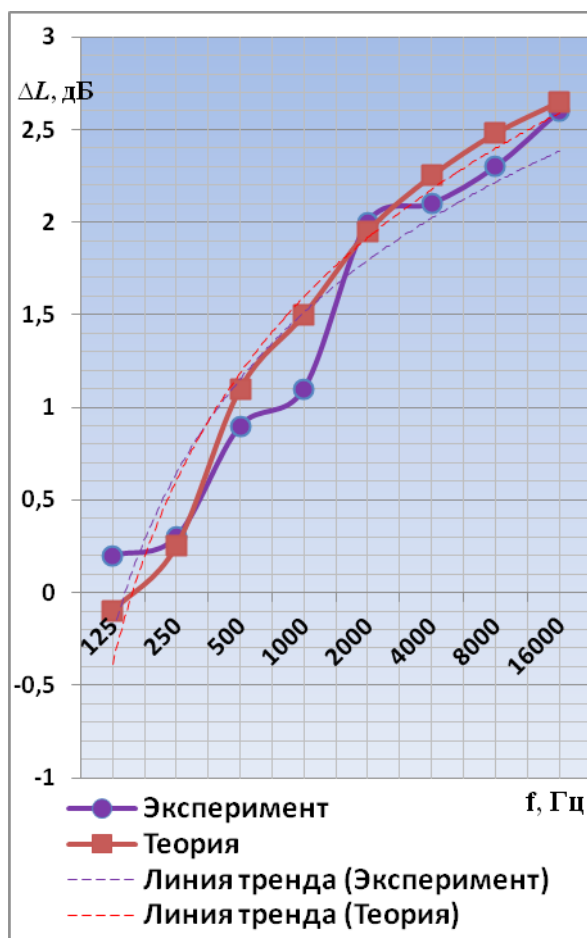


Рис. 2. Сравнительный анализ результатов теоретических исследований и натурных испытаний акустической эффективности ВДПСТ

Литература:

1. Иванов, Н. И. Основы виброакустики [Текст] / Н. И. Иванов, А. С. Никифоров. — СПб.: Политехника, 2000. — 482 с.
2. Fesier, W., Hauf, R. and Heuft. Noise measurement and hearing surveys in the woodworking industries // Applied Ergonomics. — 1971. — Vol. 2, Issue 4. — P. 247.
3. Reiter Jr. W. F., Keltie R. F. On the nature of idling noise of circular saw blades // Journal of Sound and Vibration. — 1976. — Vol. 44, — № 4, 22 February 1976. — P. 531–543.
4. Martin Pohl, Michael Rose. Piezoelectric shunt damping of a circular saw blade with autonomous power supply for noise and vibration reduction // Journal of Sound and Vibration. — 2016. — Vol. 361, 20 January 2016. — P. 20–31.
5. Осмоловский, Д. С. Вибродемпфирующие свойства прокладок с сухим трением для снижения звуковой вибрации от круглопильных деревообрабатывающих станков [Текст] / Осмоловский Д. С., Асминин В. Ф. // Защита населения от повышенного шумового воздействия: Сборник докладов III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Под редакцией Н. И. Иванова. Санкт-Петербург, 2011. — с. 652–658.
6. Осмоловский, Д. С. Экспериментальное исследование диссипативных свойств вибродемпфирующих прокладок с фрикционным трением для снижения шума от круглопильных деревообрабатывающих станков [Текст] / Д. С. Осмоловский, В. Ф. Асминин // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2011. — № 5 (323). — с. 59–63.

Обследование несущих конструкций зданий после воздействия высоких температур

Бикбаева Наталья Андреевна, магистрант
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

В данной статье поднимается вопрос методики обследования зданий и конструкций после воздействия высоких температур. Особенности экспертизы, ее цели и задачи.

После пожара необходимо оценить состояние конструкций, чтобы сделать заключение о возможности и методах их восстановления. Это заключение выполняется на основании обследования здания и конструкций. Для этого проводится комплекс инженерных работ, основной целью которых является определение несущей способности отдельных железобетонных конструкций и всего здания в целом, а также разработка мероприятий, направленных на усиление и восстановление поврежденных строительных конструкций. При пожаре здание или сооружение подвергается воздействию высоких температур и воды, что может привести к полному или частичному разрушению строительных конструкций: снижается качество бетона, в нем могут появиться трещины, ухудшается сцепление арматуры с бетоном. Особенно сильно страдают стены, перекрытия, колонны.

Методика обследования.

Обследование зданий, пострадавших после пожара может не только выявить виновных в ЧП, но и позволить определить дальнейшую судьбу строения.

При обследовании зданий объектами рассмотрения являются следующие основные несущие конструкции:

- фундаменты, ростверки и фундаментные балки;
- стены, колонны, столбы;
- перекрытия и покрытия (в том числе: балки, арки, фермы стропильные и подстропильные, плиты, прогоны);
- подкрановые балки и фермы;
- связевые конструкции, элементы жесткости;
- стыки, узлы, соединения и размеры площадок опирания.

На основании проведенных обследований и поверочных расчетов конструкциям присваивается категория технического состояния.

1. Исправное состояние — категория технического состояния строительной конструкции или здания и сооружения в целом, характеризующаяся отсутствием дефектов и повреждений, влияющих на снижение несущей способности и эксплуатационной пригодности.

2. Работоспособное состояние — категория технического состояния здания, при которой некоторые из численно оцениваемых контролируемых параметров не отвечают требованиям проекта, норм и стандартов, но имеющиеся нарушения требований не приводят к нарушению работоспособности конструкций.

3. Ограниченно работоспособное состояние — категория технического состояния здания или его строительных конструкций, при которой имеются дефекты и повреждения, приведшие к некоторому снижению несущей способности, но отсутствует опасность внезапного разрушения.

4. Недопустимое состояние — категория технического состояния строительной конструкции или здания и сооружения в целом, характеризующаяся снижением несущей способности и эксплуатационных характеристик, при котором существует опасность для пребывания людей и сохранности оборудования.

5. Аварийное состояние — категория технического состояния строительной конструкции или здания и сооружения в целом, характеризующаяся повреждениями и деформациями, свидетельствующими об исчерпании несущей способности и опасности обрушения.

Далее, исходя из технической категории конструкции принимаются решения о проведении работ по усилению, ремонту или разбору здания. При исправном и работоспособном состоянии эксплуатация конструкций при фактических нагрузках и воздействиях возможна без ограничений.

При ограниченно работоспособном состоянии конструкций необходимы контроль за их состоянием. Если конструкции остаются неусиленными, то требуются обязательные повторные обследования, сроки которых устанавливаются на основании проведенного обследования.

При недопустимом состоянии конструкций необходимо проведение мероприятий по их восстановлению и усилению.

Экспертиза здания предполагает проведение типовых операций, к которым относятся обмерные работы, фото фиксация дефектов, технический анализ состояния конструктивных элементов и др. Они подробно описываются в программе обследования. Кроме того, в рамках экспертизы необходимо произвести проверочные расчеты поврежденных конструкций.

Особенности обследования конструкций после пожара.

При осмотре здания, поврежденного пожаром, обнаруживается и фиксируется документально очаг поражения и прилегающие к нему зоны повреждения конструкции, а также выявляется состояние конструкций в зонах пора-

жения здания, в первую очередь в зоне разрушения. После этого отыскивается и обеспечивается сохранность предметов — термосвидетелей (строительных конструкций, их элементов, оборудования и материалов), которые могут охарактеризовать температурный режим в зонах огневого воздействия. Затем собирают сведения о состоянии строительных конструкций до пожара, а также о развитии пожара и его тушении.

В зависимости от интенсивности огневого воздействия железобетонные конструкции получают различные повреждения. Различают три основные зоны повреждений конструкции:

- наиболее интенсивного огневого воздействия (очаг поражения);
- прилегающие к очагу пожара (зоны поражения);
- не поврежденные огнем участки.

Прилегающие к очагу пожара зоны поражения подразделяются в свою очередь на участки тяжелых, сильных и слабых повреждений.

Однако при осмотре нельзя определить заранее, какие следы пожара приобретут решающее значение. Поэтому важно правильно закрепить и сохранить обнаруженные следы поражения. В здании, поврежденном пожаром, до окончания осмотра должны быть сохранены: строительные конструкции или их элементы, предметы и признаки, характеризующие обстановку накануне пожара; следы пожара, отражающие особенности горения, поведения строительных конструкций и их состояния по зонам повреждения, а также признаки и другие доказательства причины разрушения (обрушения) железобетонных конструкций во время или после пожара.

В процессе осмотра зданий, поврежденных пожаром, определяют состояние железобетонных конструкций, степень их прогрева, наличие скрытых дефектов, трещин.

Глубина прогрева сечений железобетонных элементов ориентировочно можно оценить по изменению звука и цвета бетона, непосредственным испытанием, путем откола бетона по сечению молотком, теплотехническим расчетом, если известны длительность и максимальные температуры огневого воздействия. Цвет бетона изменяется в зависимости от вида заполнителя и вяжущего. При температуре до 300 С тяжелый бетон принимает розовый оттенок, при 400–600 С — красноватый, при 900–1000 С — бледно-серый.

В зоне интенсивного горения с температурами более 800 С сильной закопченности бетона, как правило, не бывает, так как сажа полностью выгорает. В зоне действия повышенных и умеренно высоких температур (100–400 С) может происходить значительное оседание сажи.

При простукивании молотком можно установить степень повреждения огнем структуры бетона. Неповрежденный бетон имеет высокий тон звука, с увеличением степени разрушения бетона звук становится глухим. После воздействия температур более 600 С молоток при ударе сминает бетон на поверхности образца.

Часть сечения образца, прогретая свыше 500 С, при ударе средней силы откалывается.

При воздействии умеренно высоких (200–400 С) и высоких температур (400–800 С) разрушение бетона носит или относительно спокойный, или взрывообразный характер.

При относительно спокойном разрушении происходит температурное расшатывание бетона. Это объясняется тем, что в тяжелом бетоне коэффициент линейного температурного расширения заполнителей изменяется в больших пределах, вследствие чего сцепление заполнителей с цементным камнем при умеренно высоких температурах резко снижается. Микротрещины в бетоне образуются при температуре 300–400 С. При дальнейшем росте температур возникают макротрещины. После нагрева бетона до 500 «С трещины увеличиваются настолько, что становятся видны невооруженным глазом. Ширина температурно-усадочных трещин при этом менее 0,1 мм.

После воздействия температур 400–800 С трещины развиваются интенсивнее. Ширина раскрытия поверхностных трещин 0,5–1 мм. Образцы, прогретые до центра сечения температурами свыше 700 С, после охлаждения разрушаются. Увлажнение образцов бетона, нагретого до 600 С, приводит к их полному разрушению.

Конструкции, находившиеся под воздействием повышенных и высоких температур (до 700 С), можно определить по изменению скорости распространения ультразвука (рис. 1) при известной прочности поврежденного бетона и длительности огневого воздействия.

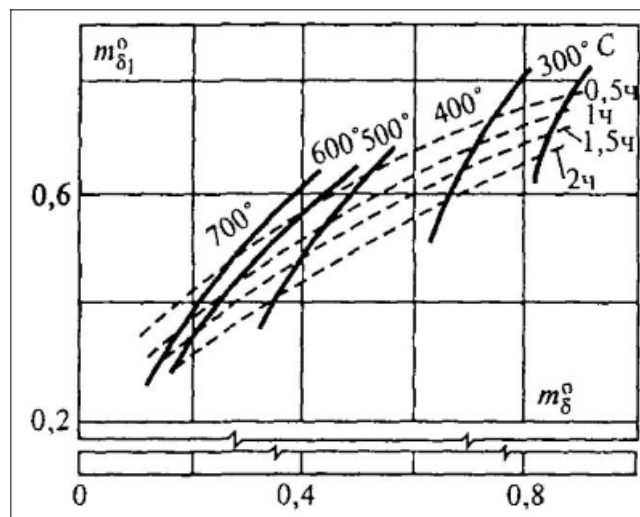


Рис. 1. Номограмма для определения температуры нагрева тяжелого бетона класса В 15 в зависимости от его остаточной прочности и скорости распространения ультразвука

Изменение прочности арматуры после пожара можно оценить, зная значения максимальных температур ее нагрева, положение арматуры в конструкции, класс арматуры, ее предварительное напряжение.

| Повреждения конструкций | Максимальные температуры, °С, при длительности огневого воздействия, ч | | |
|-------------------------|--|--------------|--------------|
| | 0,1-0,5 | 0,5-2 | 2,1-6 |
| Слабые | 500 (+ 50) | 400 (±50) | 300 (±50) |
| Средние | 700 (± 100) | 600 (±50) | 500 (±50) |
| Сильные | 1000 (± 100) | 800 (± 100) | 700 (± 100) |
| Аварийные | - | 1200 (± 100) | 1000 (± 100) |
| Разрушение | - | Более 1300 | Более 1200 |

Рис. 2. Максимальные температуры на обогреваемой поверхности железобетонных конструкций

| Положение арматуры в конструкции, наличие предварительного напряжения | Класс арматуры | Снижение прочности арматуры после пожара, %, при максимальной температуре ее нагрева, °С | | |
|---|---|--|-----|-----|
| | | 300 | 400 | 500 |
| За пределами зоны анкеровки независимо от преднапряжения | A-I, A-II, A-III | Нет | Нет | Нет |
| | A-IV, A-V, A-VI | То же | 5 | 10 |
| | At-IV, At-V, At-VI | " | 10 | 20 |
| | B-II, Bp-II, K7 | " | 30 | 60 |
| В зоне анкеровки арматуры, ненапрягаемой | A-II, A-III, A-IV, A-V, At-III, At-IV, At-V | | 20 | 40 |
| | A-IV, At-IV | " | 25 | 50 |
| | At-V, A-V | " | 30 | 60 |
| | A-VI, At-VI | " | 35 | 70 |
| То же, предварительно-напряженной | Bp-II, K7 | " | 45 | 90 |
| | B-II | " | 60 | — |

Рис. 3. В таблице показано снижение прочности арматуры по сравнению с изначальными характеристиками арматуры

Вывод

В процессе горения свойства материалов, из которых состоят несущие и ограждающие конструкции меняются, что влечет за собой дефекты, скрытые и явные, снижение прочностных характеристик и приводит здание в не при-

годное для безопасной эксплуатации состояние. Результаты обследования таких зданий позволяет нам объективно оценить ущерб, причиненных чрезвычайной ситуацией и проанализировать варианты дальнейшей судьбы конструкций (ремонт, усиление, замена).

Литература:

- СП 13—102—2003 «Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений»
- А.С. Чугунов,, О.В. Жадан, М.В. Кузнецов, А.В. Бармашов. Особенности обследования железобетонных большепролетных конструкций после пожара // СтройПРОФИль. — 2011. — № 4—11. — с. 15—17.
- Рекомендации по обследованию зданий и сооружений, поврежденных пожаром.//Москва. — 1987.
- В.А. Соколов. Категории технического состояния строительных конструкций при их диагностике вероятностными методами// Фундаментальные исследования. — 2014. — № 6.
- Определение температур огневого воздействия на конструкции при пожаре// Железобетонный каркас. URL: <http://beton-karkas.ru/index.php/component/content/article/71/314-2010-01-03-13-30-46> (дата обращения: 16.11.2016).

К вопросу подготовки технологов для малых предприятий швейной отрасли в рамках дипломного проектирования

Бирюкова Наталия Петровна, кандидат технических наук, доцент
Орловский государственный университет имени И. С. Тургенева

Дипломное проектирование является заключительным этапом учебного процесса в высшем учебном заведении, который показывает степень теоретической и практической подготовки студента к самостоятельной работе по конструкторско-технологической подготовке производства швейных изделий в условиях предприятий малой мощности.

Целью дипломного проектирования является систематизация, закрепление, расширение теоретических знаний и навыков по конструкторско-технологической подготовке производства одежды на малых предприятиях, а также контроль зрелости специалиста, выпускаемого вузом, его теоретических знаний навыков конструирования, технологической подготовки, экономического обеспечения принятых решений и организации производства швейных изделий. С учетом цели и задач в рамках дипломного проекта предусмотрено проведение проектной подготовки и организации производства швейного изделия.

Исходным документом для разработки дипломного проекта является задание на дипломный проект, выданное исполнителю и содержащее: тему проекта; исходные данные к проекту; сроки выполнения этапов; формализованные вопросы, подлежащие разработке; конструкторские и технологические материалы; календарный план выполнения проекта.

Исходные данные должны содержать основные требования к объекту проектирования, быть достаточными для выполнения дипломного проекта и, вместе с тем, не ограничивать инициативу студента при поиске вариантов и выбор им оптимального решения поставленных задач.

Тематика дипломного проекта должна быть актуальной, отвечать требованиям швейного прогресса на предприятиях малой мощности.

В каждом дипломном проекте должен присутствовать элемент новизны, отражающий степень самостоятельности работы студента и уровень его инженерной зрелости.

Дипломный проект формируется на фактическом материале, полученном на швейном предприятии, а также в результате творческой работы студента и на основе современной научно-информационной литературы.

При выполнении дипломной научно-исследовательской работы она должна соответствовать конкретной теме. При этом в пояснительной записке должны быть изложены: актуальность темы; научная новизна и практическая значимость; характеристика объекта исследования; цель и задачи исследования; информационный анализ по теме; методы теоретических исследований; результаты теоретических исследований; методы экспериментальных

исследований; результаты экспериментальных исследований; выводы по работе.

Одним из важных этапов работы над дипломным проектом является проведение информационного анализа. Информационный анализ содержит материалы о предприятиях малой мощности и их принципиальном отличии от швейных предприятий серийного и массового производства. Необходимо провести также анализ конструкторско-технологической подготовки производства в условиях малых предприятий. Кроме того, должен быть проведен критический анализ известных прототипов проектируемых швейных изделий. Анализ проводится по литературным фондам, в том числе к имеющимся материалам на предприятиях, на которых проводилась преддипломная практика. На этом этапе определяется аналог проектируемого изделия и существующего процесса подготовки и его производства, а также освещены отличительные особенности. [1]. Анализ должен иллюстрироваться эскизами, техническими рисунками, таблицами и др.

Следующим важным этапом дипломного проектирования при подготовке инженеров-технологов является разработка конструкции модели.

Эта часть дипломного проекта должна содержать комплекс проектных решений на стадии конструктивного моделирования и конструирования одежды. Уровень проектных разработок может быть различным в зависимости от организации процесса проектирования, методов конструктивного моделирования и конструирования, а также от состава проектной документации.

Данный раздел представляет конструкторский документ, устанавливающий основное назначение, технические характеристики, показатели качества и технологические требования, предъявляемые к разрабатываемому изделию, обуславливающий выполнение необходимых стадий разработки конструкторской документации, ее состав и специальные требования к изделию в соответствии с условиями его эксплуатации и назначением. Разрабатываются конструкторские документы, содержащие принципиальное конструктивное решение, дающее общее представление об устройстве изделия и его основных размерных параметрах.

В ходе анализа модели необходимо предусмотреть методы ее изготовления и проанализировать свойства материалов. Эта информация позволит грамотно разработать конструкцию и избежать неоправданных ошибок.

При обосновании выбора основных, подкладочных, прокладочных, скрепляющих, утепляющих материалов и фурнитуры руководствуются сформулированными в тех-

ническом задании эксплуатационными требованиями к материалам для одежды данного вида.

При выборе материалов студенты пользуются прейскурантами и образцами материалов. По прейскуранту определяют волокнистый состав и цену основных материалов, а также подбирают материал подкладки, приклад и фурнитуру. По образцам ткани устанавливают свойства: драпируемость, несминаемость, осыпаемость и др.

Разработка чертежей основных деталей проектируемой модели включает два этапа: подбор (построение) базовой модели конструкции и разработку модельных особенностей.

Исходные данные для построения чертежей основных деталей изделия определяют с учетом выбранной методики конструирования. Расчетно-графический способ построения чертежей деталей одежды предусматривает в качестве исходных данных размерную характеристику фигуры человека и прибавки на свободное облегание.

Рекомендации по раскрою проектируемой модели изделия содержат информацию о правилах раскроя изделия с учетом направления нити основы, направления ворса и рисунка, а также допускаемых отклонений от нити основы в процентах. При разработке рекомендаций необходимо также указать место расположения конструктивных и технологических надсечек и конструктивных линий.

Разработка технологии изготовления проектируемой модели предполагает разработку прогрессивного технологического процесса изготовления проектируемого изделия. В рамках технологического раздела приводится характеристика способов формообразования основных деталей, рассматриваются характеристики технологических свойств выбранных материалов, определяются технологические режимы и параметры обработки изделия, схема последовательности сборки и её обоснование, определяются методы обработки и выбор оборудования для изготовления проектируемого изделия.

Информация о технологическом процессе изготовления проектируемого изделия приводится в виде графа технологической последовательности обработки.

Кроме того в рамках раздела осуществляется расчет технологического потока по производству образца проектируемого изделия.

Характеристика способов формообразования основных деталей проектируемой модели одежды приводится в пояснительной записке с учетом формовочных свойств используемых материалов.

Определение технологических режимов обработки проектируемой модели одежды начинается с характеристики ниточных соединений проектируемой модели одежды. После чего устанавливаются режимы склеивания и влажно-тепловой обработки проектируемой модели одежды.

В рамках проектируемого технологического процесса производства осуществляется выбор методов обработки 4–8 наиболее трудоемких узлов. Анализ способа обработки выбранных узлов изделия составляются в виде сборочной

схемы, представленной в аксонометрии и сечении с указанием деталей, входящих в узел, вида материала и количества деталей в крое.

При проектировании технологического процесса изготовления проектируемого изделия для изготовления на индивидуального потребителя в условиях малого предприятия необходимо учитывать рекомендации по использованию оборудования и мощности технологического процесса. Следует также учитывать оборудование, имеющееся на базовом предприятии [2, 4].

Выбор методов обработки выполняется путем сравнения различных вариантов обработки рассматриваемого узла или детали по экономической эффективности и качеству. Сравнимые варианты обработки базовой и проектируемой представляют в виде схем с указанием последовательности и специализации выполняемых операций [3].

В выводе по каждому узлу приводят анализ факторов, определяющих эффективность проектируемых вариантов обработки.

На основе анализа составляется сводная таблица эффективности предлагаемых методов обработки. В заключение необходимо дать обобщенную характеристику факторов, определивших повышение эффективности проектируемого технологического процесса изготовления изделия по сравнению с базовым.

Разработка технологической последовательности изготовления проектируемого изделия производится на основе выбранных методов обработки с учетом разработанных сборочных схем на обработку основных узлов изделия.

Характеристика технологического процесса изготовления швейного изделия в дипломном проекте представляется в виде графа технологического процесса изготовления модели швейного изделия.

Характер взаимосвязи операций, возможности параллельной обработки деталей и узлов, позволяет выявить граф технологического процесса.

Расчет технологического потока сводится к определению расчетной величины такта, допустимых отклонений времени организационных операций от такта и мощности потока.

Организационно-технологическая схема является основным документом потока, который определяет содержание организационных операций. При комплектовании операций используется технологическая последовательность обработки изделия, а также граф технологического процесса.

Полученные варианты комплектования организационных операций представить в виде таблицы.

Для выявления отклонений времени организационных операций от такта потока составить график согласования времени операций.

Проверку соответствия структуры потока технологической последовательности изготовления, провести путем построения монтажного графика.

Монтажный график позволит определить порядок поступления и движение деталей в потоке.

На следующем этапе разработки эффективного технологического процесса осуществляется расчет технико-экономических показателей потока.

Заключительным этапом проектирования технологического процесса является разработка планировочного решения швейного потока пошивочного цеха.

Литература:

1. Бирюкова, Н.П. Производственная преддипломная практика. Методическое пособие. — Орел, ОГУ, 2014. — 35 с.
2. Серова, Т.М. и др. Современные формы и методы проектирования швейного производства. Учебное пособие для вузов. — М., МГУДТ, 2004. — 288 с.
3. Кокеткин, П.П. Одежда: технология-техника, процессы — качество. Справочник. — М., МГУДТ, 2001. — 560 с.
4. Мокеева, Н.С. Методологические основы проектирования гибких швейных потоков в условиях мелкосерийного производства. Диссертация на соискание степени д. т. н. М., МГУДТ, 2004.

Совместная работа железобетонных плит перекрытий и стальных балок

Бузыкаева Екатерина Салаватовна, магистрант
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

В настоящее время в строительстве, а также при реконструкции и реставрации гражданских и промышленных зданий широко применяются сталежелезобетонные конструкции перекрытий. Сталежелезобетонные конструкции — большой класс строительных конструкций, отличающихся как по конструктивному признаку, так и по степени использования фактора совместной работы бетона и стали. Эти столь различные строительные материалы эффективно сочетаются и дополняют друг друга. С 1802 года — момента изобретения железобетона сталь и бетон неразрывно связаны друг с другом. Так же как не существует железобетонного строения без стали, не существует и стального строительства без бетона [1].

Есть несколько типов сталежелезобетонных конструкций, используемых в строительстве зданий и сооружений:

Композитные конструкции из железобетонных плит и стальных балок, объединенных для совместной работы конструкции при помощи специальных крепежей или путем обетонирования стальных балок. Основные типы поперечных сечений приведены на рис. 2.

а) сталежелезобетонные плиты с профилированным настилом, конструкция плиты с профилированным настилом;

б) железобетонные конструкции с жесткой арматурой, работающие на центральное или внецентренное сжатие, растяжение;

в) трубобетонные конструкции с внешней стальной оболочкой в виде круглой трубы, с бетонным ядром без арматуры или с бетонным ядром, армированным продольной гибкой арматурой (с железобетонным ядром).

Обратимся к композитным конструкциям из железобетонных плит и стальных балок.

Объединение в совместную работу железобетонной плиты и стальных балок дает возможность получить достаточно эффективные конструкции перекрытий, надежно работающих как при статических, так и при динамических нагрузках. При этом на участке положительных моментов железобетонные плиты выполняют функцию сжатого верхнего пояса, а нижняя часть стальной балки — растянутого нижнего пояса. Такое распределение усилий ведет к уменьшению сечения стальной балки [2]. На участке отрицательных моментов железобетонные плиты только тогда могут включиться в работу, когда растягивающие усилия, появляющиеся при этом в бетоне, будут преодолены с помощью предварительного напряжения. Предварительно-напряженные сталежелезобетонные балки выгодны только при больших пролетах, что подойдет для производственных зданий. Чем интенсивнее железобетонная плита включается в совместную работу со стальной балкой, тем при меньшей затрате металла можно добиться требуемой несущей способности пролетного строения.

Для достижения совместной работы в сталежелезобетонной конструкции необходимо соединить стальные балки с лежащими на них железобетонными плитами так, чтобы обеспечить надежное восприятие появляющихся между ними сил сдвига. Если этого не сделать, то несущие способности обоих элементов просто суммируются, тогда как несущая способность объединенного сечения существенно возрастает. Это можно пояснить на примере штабеля свободно лежащих друг на друге досок (рис. 1. а и 1. б), которые имеют такую же общую несущую способность, как если бы они лежали рядом друг с другом. Только соединение досок гвоздями, которые воспринимают силы сдвига, обеспечивает большую несущую способность балки, сбитой из досок (рис. 1. в) [1]. Исключение сдвига

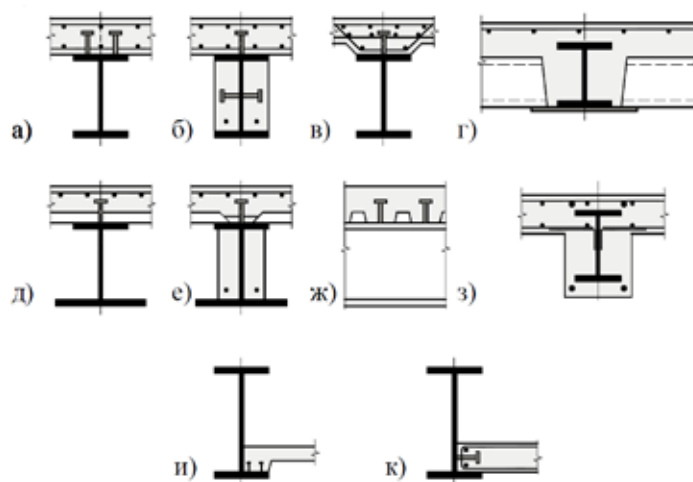


Рис. 2. Варианты поперечных сечений композитных конструкций из железобетонных плит со стальными балками: а) стальная балка и плита объединены при помощи анкерных упоров; б) стальная балка частично обетонирована и объединена с плитой при помощи анкерных упоров; в) стальная балка и плита с вутами объединены при помощи анкерных упоров; г) стальная балка частично обетонирована, сборные железобетонные плиты опираются на нижний пояс балки через лист; д) и ж) опирание плиты по профилированному настилу на стальную балку (промежуточная опора настила), е) опирание плиты по профилированному настилу на частично обетонированную стальную балку (крайняя опора настила); з) полное обетонирование стальной балки; и) опирание железобетонной плиты на нижний пояс балки, анкерные упоры на полке балки; к) опирание железобетонной плиты на нижний пояс балки, анкерные упоры на стенке балки

в области контакта составных частей при возникновении нагрузок обеспечивается за счет адгезионных свойств, трения и зацепления соединительных элементов. Эти элементы могут быть изготовлены как жесткие и гибкие упоры, анкеры. На изгиб работают упоры жесткого типа.

Работа объединенных железобетонной плиты и стальной балки отличается от работы конструкций, чья работа учитывается независимо друг от друга: когда стальная балка не объединена с железобетонной плитой, она несет нагрузку одна. Нейтральная ось находится посередине высоты балки. В случае совместной работы, нейтральная ось сдвигается вверх. Верхняя полка балки из стали находится

близко к нейтральной оси и может иметь меньшую площадь по сравнению с нижней полкой. При этом в случае одинаковых наибольших напряжений в нижнем поясе угол эпюры напряжений и прогиб балки значительно меньше, чем в конструкции, где железобетонная плита и стальная балка работают раздельно.

При твердении свежий бетон уменьшается в объеме вследствие происходящих в нем химических процессов. При длительном действии нагрузки в бетоне со временем проявляются неупругие деформации. В сталежелезобетонных балках этим явлениям подвержена только железобетонная плита. Если в объединенной со стальной балкой

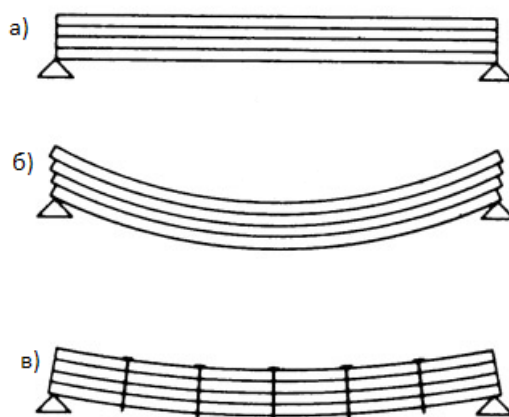


Рис. 2. Штабель свободно лежащих друг на друге досок: а, б — свободно лежащие друг на друге доски; в — доски, соединенные гвоздями

железобетонной плите происходят деформации в результате явлений усадки и ползучести в результате действия изгибающего момента, то ее несущая способность значительно снижается. При этом стальная балка воспринимает долю нагрузки. Происходит перераспределение усилий. Это явление должно учитываться при расчете комбинированных несущих конструкций большого пролета.

Эффективность сталежелезобетонных конструкций по сравнению с цельно стальными или железобетонными достигается за счет совместной работы двух материалов (бетона и стали), т. е. реализации одного из основополагающих принципов проектирования — принципа совмещения функций различных элементов [3]. По сравнению с несоставными балками достигается экономия массы стали от 30 до 50 %, также увеличивается жесткость конструкции и тем самым уменьшается прогиб перекрытия.

Использование сталежелезобетонных конструкций особенно эффективно в перекрытиях общественных и производственных зданий при больших нагрузках.

Как и у всяких конструкций у сталежелезобетонных конструкций есть свои недостатки:

- 1) Необходимость устройства объединительных элементов;
- 2) Появление специфических воздействий, вызванных перепадом температур, усадкой и ползучестью бетона;

3) Усложнение расчетов на прочность и жесткость, необходимость учета двухстадийной работы конструкции, трещинообразования, ползучести бетона, сдвига разнородных материалов по поверхности контакта и других специфических факторов

Проектирование сталежелезобетонных балок затрудняет отсутствие в России нормативных документов по сталежелезобетонным конструкциям в гражданском и промышленном строительстве. Имеется лишь СП 35.13330.2011 Мосты и трубы, где приведены нормы расчета сталежелезобетонных пролетных строений. Эти нормы проектирования адаптируют под строительство зданий и сооружений. Нередко российские проектировщики обращаются к Еврокоду EN 1994–1–1 Проектирование сталежелезобетонных конструкций. Издано руководство для проектировщиков к Еврокоду 4. Его наличие существенно упрощает пользование иностранным нормативным документом. В настоящее время ведется разработка свода правил Сталежелезобетонные сооружения. Правила проектирования. Однако, отсутствие нормативных документов не препятствует изучению сталежелезобетонных конструкций в России. Испытания таких конструкций активно проводятся в Казанском государственном архитектурно-строительном университете. Результаты этих испытаний представлены в работах [4], [5].

Литература:

1. Харт, Ф., Хенн В., Зонтаг Х. Атлас строительных конструкций. — М.: Стройиздат, 1977. — 352 с.
2. Туснин, А.Р. Перекрытия многоэтажных зданий со стальным каркасом // Промышленное и гражданское строительство. — 2015. — № 8. — с. 10–14.
3. Общая характеристика сталежелезобетонных конструкций, формообразование, конструктивные решения, особенности работы // НИО «БратскСтальПроект». URL: <http://br-sp.ru/st2-SBK.html> (дата обращения: 8.12.2016).
4. Замалиев, Ф. С., Сагитов Р.А., Хайрутдинов Ш. Н. Испытание фрагмента сталежелезобетонного перекрытия на статические нагрузки // Известия КазГАСУ — 2010. — № 1 (13). — с. 102–105.
5. Замалиев, Ф. С., Шаймарданов Р.И. Экспериментальные исследования сталежелезобетонных конструкций на крупномасштабных моделях. // Известия КазГАСУ, 2008, № 2 (10). — с. 47–52.

Обзор неисправностей, возникающих при эксплуатации двигателя внутреннего сгорания, использующего в качестве топлива компримированный природный газ

Васенин Александр Сергеевич, магистрант;

Шумков Арсений Геннадьевич, магистрант

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Статья посвящена рассмотрению неисправностей, возникающих в процессе эксплуатации двигателя КамАЗ 820.61–260 на газовом топливе. Произведен анализ часто возникающих неисправностей элементов системы питания, установлены причины возникновения неисправностей. Предложены способы минимизации отказа элементов топливной системы.

Ключевые слова: газовый редуктор, отказ, избежание отказа, топливная форсунка, компримированный природный газ

The article is devoted consideration of faults occurring during operation of the engine KAMAZ 820.61–260 on gas fuel. The analysis of frequently occurring faults in power supply components of the system, established the cause of the fault. Ways to minimize failure of fuel system components

.Keywords: gas reducer, denial, avoidance of failure, fuel injector, compressed natural gas

Для работы на компримированном природном газе двигатель КамАЗ 820.61–260 агрегируется специальным оборудованием [1]. Опыт эксплуатации автобусов с данным типом двигателя показал, что некоторые элементы системы питания подвержены наиболее частым от-

казам [2]. На основании информации, полученной в процессе прохождения производственной практики, была построена таблица 1, в которую занесены типовые отказы и неисправности системы питания двигателя на компримированном природном газе.

Таблица 1. Типовые отказы и неисправности двигателя

| Основание для диагностики | Отказ | Причина отказа | Следствие |
|--|---|--|--|
| Двигатель нестабильно работает в режиме холостого хода | Разрыв мембраны камеры высокого давления газового редуктора | Потеря эластичности мембраны газового редуктора | Редуктор не обеспечивает эффективное понижение давления газа |
| Значения температуры датчиков отработавших газов значительны | Заклинивание запорного клапана форсунки в открытом положении | Повреждение возвратной пружины | Топливная форсунка обеспечивает постоянную подачу топливной смеси |
| Затруднен пуск двигателя | Неисправность топливной форсунки, связанная с потерей герметичности | Величина хода якоря значительна (составляет 0.63 мм) | Появление повреждений в форме концентрических окружностей на седле якоря |

Проанализируем отказы, представленные в таблице 1:

а) Разрыв мембраны камеры высокого давления газового редуктора

Газовый редуктор для топливной системы КамАЗ 820.61–260 двухкамерный, первая камера понижает давление с 200 МПа до 50 МПа, вторая — с 50 МПа до 3 МПа [1]. Повреждение мембраны представляет собой сквозной прорыв в виде полумесяца, представленное на рисунке 8, вследствие чего редуктор не может эффективно понижать давление [3].

Причиной данной неисправности может являться низкая мощность встроенного подогрева редуктора, составляющая 20 Вт. В отличие от би-топливных систем питания, в которых пуск и прогрев двигателя проис-

ходит на бензине или дизельном топливе и, как следствие, при включении газовой системы питания редуктор омывается теплой охлаждающей жидкостью, двигатель КамАЗ 820.61–260 запускается непосредственно на компримированном природном газе. Именно для предотвращения обмерзания клапанов редуктора и потери эластичности мембран необходим встроенный подогрев, так как при расширении и понижении давления газ резко охлаждается. Для сравнения мощность подогревателя редуктора фирмы Landirenzo составляет 60 Вт, при этом не зафиксировано ни одного отказа, связанного с повреждением мембраны (на основании информации, полученной от индивидуального предпринимателя Колодяжный А. В.).

б) Заклинивание запорного клапана форсунки в открытом положении. Частой причиной простоев подвижного состава помимо отказов свечей зажигания является отказ топливной форсунки [4].

Заклинивание форсунки в открытом состоянии происходило, предположительно, из-за перекоса возвратной пружины — витки возвратной пружины с одной стороны имеют потертости до металлического блеска, тогда как основной оттенок пружины — матовый, пружина представлена на рисунке 1.

в) Неисправность топливной форсунки, связанная с потерей герметичности.

Износ пары седло-якорь оказывает непосредственное влияние на функционирование форсунки и работу двигателя в целом. В результате работы топливной форсунки на седле якоря появились множественные повреждения в форме концентрических окружностей, вызванные, предположительно, большим ходом якоря форсунки (ход равен 0.63 мм) [5], вследствие чего при отключении напряжения питания форсунки под действием возвратной пружины происходят удары якоря о седло, достаточные для повреждения и последующей потери герметичности. Якорь и седло форсунки представлены на рисунках 2, 3.

Для сравнения: ход якоря топливных форсунок, устанавливаемых на двигатель Mercedes-Benz 906 LAG, который так же предназначен для работы на компримированном природном газе, составляет 0.17 мм — за продолжительность эксплуатации автобусов, составляющую до 200 тысяч километров, не было зафиксировано потери герметичности топливной форсунки (на основании информации, полученной от индивидуального предпринимателя Колодяжный А. В.).

Итак, на основании информации, представленной в статье, можно сделать вывод о наличии типовых отказов элементов системы питания двигателя КамАЗ 820.61—260. Вместе с тем долговечность элементов, подверженных наиболее частым отказам, может быть увеличена. Практическая ценность статьи заключается в том, что информация, полученная в ходе исследований, может быть использована для модернизации конструкции обозначенных в статье элементов. Научная новизна данной статьи низкая — научные изыскания по модернизации элементов проведены не были; математические модели, которые описывают изменение характеристик, так же не были получены.

Литература:

1. Пронин, Евгений. Перспективы метана на транспорте [Электронный ресурс]. — Электрон. текст. дан. — Режим доступа: <http://www.gazpronin.ru/GazPronin2013.shtml>, свободный. (Дата обращения: 1.06.2016).
2. Особенности конструкции и ремонт газодизельной системы питания двигателей КамАЗ-740.10 [Электронный ресурс]. — Электрон. текст. дан. — Режим доступа: <http://www.kamaz.ru/production/related/semeystvo-gazovyykh-dvigatelyey-kamaz-820-60/>, свободный. (Дата обращения: 25.05.2016).
3. Эксплуатация ГБА [Электронный ресурс]. — Электрон. текст. дан. — Режим доступа: <http://kamaz56.ru/avtomobili/gazobalonnaya-avtotekhnika/informatsiya/servis-i-ekspluatatsiya-gba/ekspluatatsiya-gba>, свободный. (Дата обращения: 2.06.2016).
4. Особенности работы и сервисного обслуживания газовых форсунок автомобильных двигателей [Электронный ресурс]. — Электрон. текст. дан. — Режим доступа: <http://kostagas.ru/content.php?id=56>, свободный. (Дата обращения: 30.05.2016).
5. Газовый инжектор [Электронный ресурс]. — Электрон. текст. дан. — Режим доступа: <http://gasinjector.ru/articles>, свободный. (Дата обращения: 3.06.2016).

Автоматизация и диспетчеризация инженерных систем

Дворцов Павел Артурович; студент;

Комаров Илья Николаевич; студент;

Вафина Диана Рафиковна; студент;

Уразайкин Сергей Валерьевич; студент

Санкт-Петербургский политехнический университет имени Петра Великого

Автоматизация зданий — одно из важнейших направлений в области строительства и управления инженерными системами. Применение системы автоматизации зданий позволяет повысить эффективность работы осветительного и обогревательного оборудования, вен-

тиляции и кондиционирования, водоснабжения. Два основных аспекта предопределили рост популярности комплексных решений для обеспечения автоматизированного управления инженерными системами жилых и административных зданий: ужесточение требований к энергоэф-

фективности зданий, и повышение уровня индивидуального комфорта.

Система автоматизации зданий снижает расход энергетических ресурсов (электричества, различных видов топлива), необходимых для обеспечения отопления и горячего водоснабжения, повышает эффективность работы инженерных систем в условиях аварийных ситуаций. Это положительно сказывается на безопасности функционирования здания, делает пребывание в здании более комфортным за счет улучшенного контроля за температурой в помещениях, за режимом вентиляции и кондиционирования. Интеграция и оптимизация работы всех инженерных компонентов (систем безопасности, жизнеобеспечения, коммуникации) — вот основная функция автоматизированных решений для управления зданием. Диспетчеризация инженерных систем является необходимым этапом при построении автоматической системы управления зданием.

Понятие диспетчеризации включает в себя организацию постоянного наблюдения за работой различных подсистем в режиме реального времени. Посредством диспетчеризации инженерных систем осуществляется удаленный контроль и управление различными процессами, изменение рабочих параметров тех или иных устройств и компонентов, передача данных об их состоянии и ведение протоколов и баз данных со сведениями об их работе.

Обзор литературы

Обзор литературы по данной тематике показал актуальность темы на сегодняшний день. Автоматизация и диспетчеризация зданий призвана обеспечить контроль над автономно работающим оборудованием, объединив его в единый инженерный комплекс и предельно минимизировав «человеческий фактор». [1,2,3,6]

Исходя из анализа статей по данной проблеме, на сегодняшний день в нашей стране ведется крупномасштабная работа по экономии всех видов энергоресурсов. Постоянный рост цен заставляет искать эффективные методы экономии. [15,16,17,18]

Так же было выявлено, что в настоящее время с целью увеличения позитивного эффекта комплексной автоматизации зданий разрабатываются алгоритмы взаимосвязанной автоматизации разных инженерных систем. Например, взаимодействие систем автоматизации климата и вентиляции позволяет увеличить эффект энергосбережения и комфортных условий в здании. Интеграция систем видеонаблюдения и охранной сигнализации повышает уровень безопасности здания. [7,8,9]

Однако автоматизация имеет ряд негативных эффектов:

1. Автоматизация приводит к появлению большого количества узлов, а как следствие и увеличение возможных точек отказа и неисправностей.
2. Усложнение конструкций требует повышения квалификации персонала.
3. Дороговизна внедрения систем автоматизации и диспетчеризации.

Основной причиной описанных негативных факторов является отсутствие единых средств взаимодействия оборудования.

К сожалению, проанализировав рынок разработок, мы имеем, что область внедрения комплексных систем автоматизации ограничена элитным строительством. Из-за данной проблемы внедрение энергосберегающих методов управления коммунальным хозяйством большинства объектов невозможно по экономическим соображениям.

Цель исследования

На сегодняшний день в современных зданиях системы автоматизации и диспетчеризации играют одну из главных ролей, они связывают все инженерные сети. В данной статье приводится обзор существующих функций автоматизации инженерных систем.

Функции автоматизации и диспетчеризации инженерных систем

Функциональное назначение любого здания — быть укрытием от внешней среды, создавать комфортные условия для пребывания человека. Чтобы условия были комфортными, помимо стен и крыши нужно обеспечить должное количество воздуха (вентиляцию) и его качество (отопление, кондиционирование). Также необходимо обеспечить освещение, бесперебойное электроснабжение и т. д. Таким образом, у нас получается современное здание, насыщенное всевозможными инженерными системами. Для управления этими системами было бы необходимо большое количество обслуживающего персонала, если бы не автоматика.

В последнее время системы автоматизированного управления перестали быть чем-то диковинным. Вне зависимости от области применения целью внедрения таких систем являются снижение эксплуатационных расходов, обеспечение важной информацией, повышение безопасности и комфорта.

Для того чтобы оценить, как сильно изменились возможности в области автоматизации и диспетчеризации за последние годы и как они еще поменяются, важно осознать значение некоторых технологических прорывов, которые произошли за последнее время. Прогресс не стоит на месте, и предсказать, как далеко они уйдут вперед крайне сложно.

Правда, на пути прогресса оказалось немало препятствий. Среди них: автономные системы автоматизации различного применения, сходные по управляющим функциям системы различных производителей были, как правило, несовместимы между собой. Фирмы-разработчики использовали свои закрытые коммуникационные протоколы и не предусматривали интерфейсов для взаимодействия с системами других производителей. Являясь собственностью отдельных компаний, соответствующие продукты и технологии автоматизации с трудом поддавались интеграции друг с другом. Для решения этой проблемы требовались дорогостоящие технические решения, связанные с написанием нового программного обеспечения. Таким образом, в определенный момент на рынке

сложилась объективные предпосылки для успешного внедрения новых подходов в области автоматизации.

Под автоматизацией обычно понимают интеграцию в единую систему управления зданием следующие системы:

- Систему отопления, вентиляции и кондиционирования
- Охранно-пожарную сигнализацию
- Систему видеонаблюдения
- Сети связи
- Систему электропитания
- Систему освещения
- Механизацию здания
- Телеметрию (удаленное слежение за системами)
- IP-мониторинг объекта (удаленное управление системами по сети).

На сегодняшний день технологии позволяют строить домашнюю автоматизацию покомпонентно, т. е. выбирать только те функции, которые действительно необходимы в зависимости от потребностей каждого человека.

В функции автоматизации здания входит:

- Управление светом. Позволяет пользователю создавать световые сценарии неограниченного числа источников света
- Управление микроклиматом. Система поддерживает температуру помещения на заданном уровне
- Управление системой отопления
- Управление системой охраны
- Эффект присутствия

Энергосбережение с помощью средств автоматизации

Энергосбережение за счет снижения эксплуатационных расходов зданий и сооружений становится мировым

трендом. Сегодня на здания в среднем приходится около 40 % потребляемой первичной энергии и 67 % вырабатываемого электричества. Кроме того, они несут ответственность за 35 % выбросов углекислого газа.

Разумеется, повышение энергетической эффективности объекта — комплексная задача для всех участников строительства: архитекторов, конструкторов, проектировщиков, инженеров.

При проектировании энергоэффективного здания принимается во внимание его ориентация по сторонам света с учетом солнечной радиации, ветровой нагрузки, влажности и освещенности, конструктивные особенности ограждающих конструкций, теплоизоляция стен, использование энергосберегающего инженерного оборудования. Но автоматизированное управление инженерными системами позволяет достичь максимального результата при сравнительно небольших затратах.

Заключение

Автоматизация зданий — быстро развивающаяся, но сравнительно молодая область техники, поэтому здесь, особенно на уровнях управления инженерными системами и системами жизнеобеспечения, практически ещё нет устоявшихся технических решений, выходящих за рамки частных решений отдельных фирм.

Внедрение автоматической системы управлением зданием позволит серьезно снизить расходы на содержание здания, обеспечит комплексную защиту жизни и здоровья людей, предотвращение серьезных аварий, значительное снижение ущерба от них, обеспечит комфортные условия проживания. Все это говорит об эффективности внедрения системы, особенно в современном мире.

Литература:

1. И. Федоров Сколько этажей у интеллектуального здания? — «Бизнес: Организация, Стратегия, Системы», № 101999 г.
2. В. Архипов Системы для «интеллектуального» здания — «СтройМаркет»
3. А. Авдеевский «Крыша для интеллекта» — «Журнал сетевых решений LAN», № 121998 г.
4. Информация сайта <<http://www.fieldbus/>>
5. И. Г. Смирнов «Должны ли кабельные системы быть структурированными?» — «Вестник связи», № 8, 1998 г.
6. Ю. Королев «УМНЫЙ ДОМ: приятная неизбежность»
7. Т. О. Задвинская, А. С. Горшков «Методика повышения энергоэффективности типового многоквартирного дома путем внедрения систем учета, автоматизации и регулирования тепловой энергии»
8. Д. О. Советников Строительство здания, отвечающего стандартам пассивного дома
9. А. Ф. Тихонов, С. Л. Демидов, А. Л. Смеляков «Автоматизация инженерных систем для обеспечения оптимальных параметров микроклимата производственного предприятия»
10. С. В. Побат, А. Ф. Тихонов «Автоматизация инженерных систем теплоснабжения жилых и промышленных зданий»
11. Калмаков, А. А., Романова С. С., Щелкунов С. А. Автоматика и автоматизация систем теплоснабжения и вентиляции. М.: Стройиздат, 1986.
12. Халамайзер, М. Б. Исследование динамики взаимосвязанных систем автоматического регулирования параметров воздуха методом аналогового моделирования. М.: Машгиз, 1993.
13. Калмаков, А. А., Романова С. С., Щелкунов С. А. Автоматика и автоматизация систем теплоснабжения и вентиляции. М.: Стройиздат, 1986.
14. Кокорев, П. В. Системы диспетчеризации зданий: решения без проблем // Автоматизация в промышленности. 2007. № 10. с. 37–39.

15. Горшков, А. С., Дерунов Д. В., Завгородний В. В. Технология и организация строительства здания с нулевым потреблением энергии // Строительство уникальных зданий и сооружений. № 3 (8). 2013. с. 12–23.
16. Горшков, А. С., Ватин Н. И., Немова Д. В. Формула энергоэффективности // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2013. № 7 (12). с. 49–63.
17. Бродач, М. М., Ливчак В. И. Здание с близким к нулевому энергетическим балансом // АВОК № 52011 с. 4–11.
18. Шойхет, Б. М. Концепция энергоэффективного здания. Европейский опыт // Энергосбережение. 2007. № 7 с. 62–65.

Перспективы и особенности строительства ГАЭС в Узбекистане

Джураев Курбан Салихджанович, старший преподаватель;

Мукольянц Арсен Артёмович, доцент

Ташкентский государственный технический университет имени Абу Райхана Беруни (Узбекистан)

В статье рассматриваются перспективы возведения гидроаккумулирующих электростанций. Раскрывается причина дефицита маневренных мощностей и пути её решения. Подробно описаны возможности ГАЭС и её положительное влияние на электроэнергетическую систему. Уделено внимание технико-экономическому обоснованию строительства и возможности внедрения ГАЭС на водохранилище.

Ключевые слова: гидроаккумулирующая электростанция, технико-экономическое обоснование, температурное перенапряжение, условное топливо, пиковая нагрузка, турбинный режим ГАЭС, водохранилище, земляная плотина

Самым главным вопросом при освоении водных ресурсов всегда было удовлетворение потребностей водного хозяйства и питьевого водоснабжения. В условиях Узбекистана дефицит водных ресурсов диктует несколько иные условия, вызванные ростом водопотребления на фоне увеличения численности населения и требований охраны окружающей среды. Вместе с этим растёт спрос на качественную электроэнергию, которой потребитель должен обеспечиваться бесперебойно. Поэтому на нынешнем этапе развития гидроэнергетики освоение гидроэнергетических ресурсов необходимо осуществлять на внутренних водотоках сезонного действия, в системах водохранилищ, на гидротехнических сооружениях без ущерба интересам ирригации и водоснабжения. Это, как показывают расчеты, намного уменьшает капвложения на освоение гидроэнергетических ресурсов и даёт возможность более полно использовать потенциал накопленного объёма воды.

В Республике Узбекистан (РУз), как и во многих других странах, наблюдается нехватка маневренных электростанций; из-за этого ухудшается качество электроэнергии и надёжность энергетической системы. Так, в РУз маневренными электрическими станциями являются только две ГАЭС — «Чарвакская» и «Ходжикентская». Мощности их составляют 620 и 165 МВт соответственно. Суммарная мощность всех электрических станций в РУз равна 12300 МВт. Из вышесказанного следует, что маневренная мощность составляет примерно 6% от установленной. По европейским стандартам, для надёжной, качественной и выгодной работы энергосистемы маневренные мощности

должны составлять 25% от номинальной мощности электростанций системы.

Регулирование баланса мощностей в ЭЭС за счёт ТЭС, в особенности КЭС, происходит довольно сложным образом. Регулирование происходит за счёт включения и выключения блоков. Блоки ТЭС в свою очередь имеют обычно немалую номинальную мощность, к примеру 160, 200, 300, 500 и более МВт. Блочные агрегаты выключают как на выходные, так и на время ночных провалов. Так КЭС реагируют на снижение спроса электроэнергии в сети. При возрастании спроса на электроэнергию в системе необходимо будет включить ранее выключенные блоки. Следует учитывать реальное время обратного пуска и пусковые потери топлива (табл. 1.).

Частые остановки котлов и турбогенераторов особенно, на сверхвысоких и критических параметрах пара, приводят к ускоренному износу оборудования, что влечет за собой частые ремонты и дополнительные траты на оборудование. Проблемы, приведённые выше, указывают на острую необходимость увеличения маневренных мощностей в РУз [1].

Решить проблему нехватки маневренных мощностей можно за счёт:

1) Строительство новых ГАЭС, что потребует гидроэнергетические ресурсы и финансовые ресурсы.

2) Строительство электростанций с использованием ГТУ, которые могут быстро входить в рабочий режим, и благодаря этому покрывать пики нагрузок. Однако у такой установки КПД ниже, чем у простых силовых установок, и составляет, примерно, 30%.

Таблица 1. Время пуска и усредненные пусковые потери топлива

| Тип блока | Время простоя, ч | Время пуска, ч | | Пусковые потери, т. у. т. |
|-------------|------------------|----------------------|-----------------------|---------------------------|
| | | Включение генератора | Набор полной нагрузки | |
| К — 160–130 | 6–8 | 1,5 | 2,5 | 35 |
| | 45–50 | 2,5 | 4,5 | 60 |
| К — 200–130 | 6–8 | 1,5 | 2,5 | 45 |
| | 45–50 | 2,5 | 4,5 | 70 |
| К — 300–240 | 6–8 | 2 | 3,5 | 60 |
| | 45–50 | 4 | 8 | 125 |

3) Строительство ГАЭС.

Основная особенность ГАЭС — это возможность её работать в двух основных режимах и одном второстепенном:

1. Турбинный режим (режим выработка электроэнергии).
2. Насосный режим (режим аккумулярования).
3. Режим синхронного компенсатора.

Мировой опыт эксплуатации ГАЭС в электроэнергетике давно подтвердил их техническую эффективность в обеспечении надежности, качества и экономичности в ЭЭС. В настоящее время в мире существует около 470 работающих ГАЭС разных мощностей.

Гидротехнические сооружения и гидроэнергетическое оборудование ГАЭС конструктивно немногим отличается от аналогичных объектов ГЭС. Опыт, накопившийся в нашей стране при эксплуатации и строительстве ГЭС, таких как «Чарвакская» можно применить и к новым для нашей страны ГАЭС [2].

Опираясь на опыт зарубежных энергосистем, ГАЭС необходимо размещать либо в центрах энергопотребления, либо рядом с маломаневренным источником энергии.

В условиях нашей ЭЭС наиболее выгодным является строительство ГАЭС рядом с крупной ТЭС. К примеру, «Ново-Ангренская» ТЭС с установленной мощностью 2100 МВт использует в виде основного топлива уголь, который добывается в непосредственной близости. Возле ТЭС имеются водные ресурсы, которые можно использовать для ГАЭС, в частности, Ахангаранское водохранилище.

Строительство новых ГАЭС или ГЭС требует возведение новых водохранилищ, что требует больших капиталовложений. Строительство водохранилища ещё на этапе проектирования является непростой задачей. Для уменьшения капиталовложения при строительстве ГАЭС можно сэкономить на возведении водохранилищ. Один из вариантов — это строительство только одного водохранилища, а вместо второго использовать крупную реку или канал.

Но в экономике Узбекистана одну из ведущих ролей играет сельское хозяйство. Сельское хозяйство приносит немалую прибыль в бюджет страны. Важнейшим аспектом развития сельского хозяйства в нашем регионе являются водные ресурсы, необходимые для орошения земель. По этой причине большинство водохранилищ в нашей стране,

включая «Чарвак», служат для нужд сельского хозяйства. При строительстве любого нового гидроэнергетического комплекса (ГЭК), или реконструкции старого нужно учитывать потребности сельского хозяйства. Ещё один экономичный вариант — это использование уже имеющихся водохранилищ. В Узбекистане уже рассматривали вариант с использованием имеющихся водохранилищ. Такими объектами являются: Талимарджанское водохранилище на Каршинском магистральном канале, Туямуюнский гидроузел на р. Амударья, Арнасайское водохранилище на реке Сырдарья и другие водохранилища. По данным этих исследований выявлено, что в приведенных выше водохранилищах — необоснованно теряется экологически чистая электроэнергия, из-за отсутствия научно-технических основ создания гидроэнергокомплексов.

Талимарджанское водохранилище, расположенное в юго-западной части Кашкадарьинской области РУз, выглядит наиболее выгодным местом для строительства ГАЭС. Оно предназначено для регулирования стока Каршинского магистрального канала (рис. 1, а). Полезный объем водохранилища 1,4 млрд. м³. На расстоянии 15 километров от водохранилища расположена Талимарджанская ТЭС (рис. 1, б).

В результате строительства этой ГАЭС появится возможность выработки электроэнергии в объеме не менее 50000 МВт · ч в год.

На основе обобщённой методики математического определения и расчёта основных параметров ГАЭС была разработана программа расчёта по технико-экономическому обоснованию основных параметров ГАЭС. Программа включает в себя — подпрограмму расчёта энергогидравлических параметров ГАЭС, подпрограмму расчёта определения номинальной мощности и энергии ГАЭС, экономически выгодного диаметра напорного трубопровода, подпрограмму расчёта основных экономических показателей ГАЭС. В таблице 2 приведены основные результаты расчётов технико-экономического обоснования основных параметров ГАЭС при использовании её на Талимарджанском водохранилище.

По результатам расчёта построены математические кривые выработки электроэнергии ГАЭС, при работе в турбинном режиме, затраты электроэнергии в насосном режиме и изменение значений их КПД (рис. 2.).

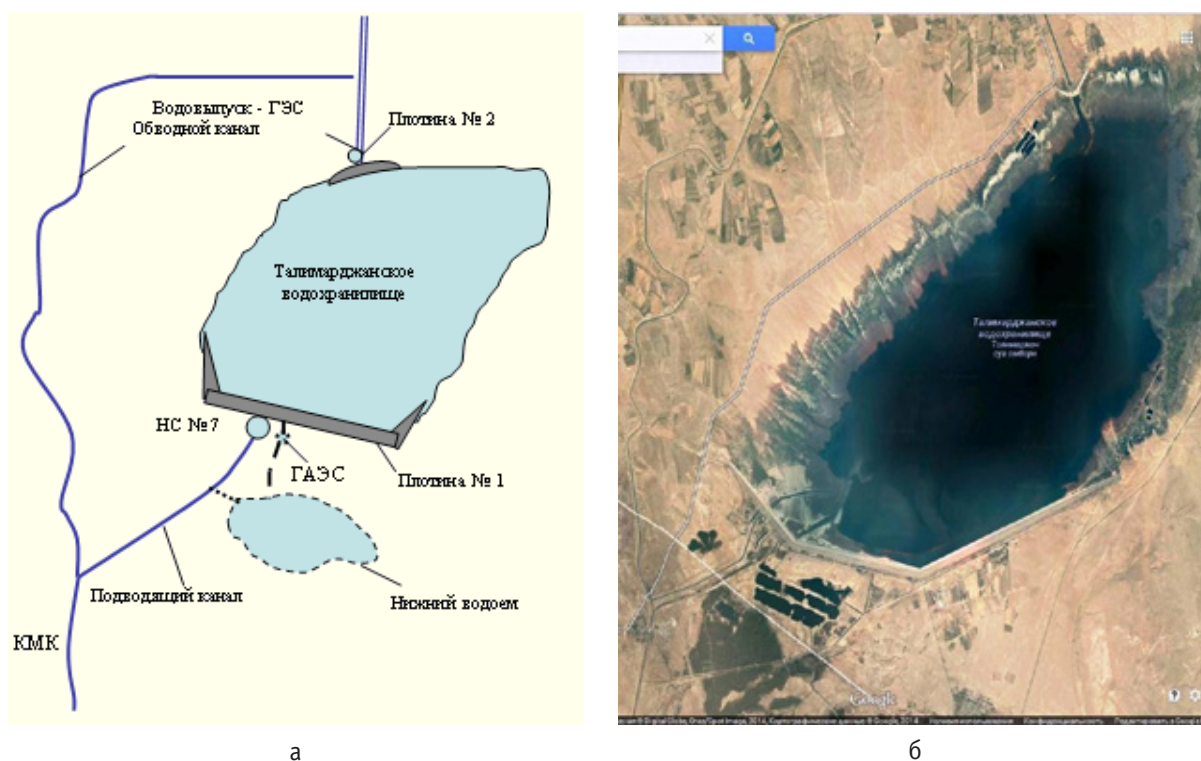


Рис. 1. Талимарджанский гидроэнергокомплекс. а) — схема; б) — фотография со спутника

Таблица 2. Примерное технико-экономическое обоснование

| № | Наименование показателей | Единица измерения | Значения показателей ГАЭС на Талимарджанском водохранилище |
|----|---|-------------------|--|
| 1 | Напор в турбинном режиме | м | 21,4 |
| 2 | Напор в насосном режиме | м | 23,7 |
| 3 | Расход в турбинном режиме | м³/сек | 90 |
| 4 | Используемые объем воды для аккумулирования за сутки | млн. м³ | 1,944 |
| 5 | Расход в насосном режиме | м³/сек | 67,5 |
| 8 | Коэффициент полезного действия ГАЭС | % | 72,24 |
| 9 | Число агрегатов | шт. | 2 |
| 10 | Установленная мощность в турбинном режиме | кВт | 32500 |
| 11 | Установленная мощность в насосном режиме | кВт | 37400 |
| 12 | Капиталовложения в ГАЭС | млн. долл. США | 29,25 |
| | | млн. сум* | 64638,1 |
| 13 | Выработка электроэнергии в турбинном режиме | млн. кВт*час | 47,45 |
| 14 | Потребление электроэнергии в насосном режиме | млн. кВт*час | 81,83 |
| 15 | Экономия валютных средств при сокращении покупки пиковой электроэнергии у соседних энергосистем | млн. долл. США | 94,9 |
| 16 | Стоимость вырабатываемой электроэнергии ГАЭС в пиковый период за год | млн. сум | 8768,16 |
| 17 | Стоимость потребляемой электроэнергии ГАЭС в насосном режиме за год | млн. сум | 7561,15 |
| 18 | Годовая экономия топливных ресурсов | т. у. т. | 7117 |
| 19 | Экономия топлива | млн. сум | 14234 |
| 20 | Годовая издержка ГАЭС | млн. сум | 4392,6 |
| 21 | Выгоды от создания ГАЭС | млн. сум | 11048,45 |

| | | | |
|----|------------------------------------|----------|----------|
| 22 | Экономическая эффективность за год | млн. сум | 11194,17 |
| 23 | Срок окупаемости капвложений | лет | 5,85 |
| 24 | Рентабельность капвложений | % | 0,171 |

* — 1доллар США равен 2200 сум по курсу валют ЦБ РУз

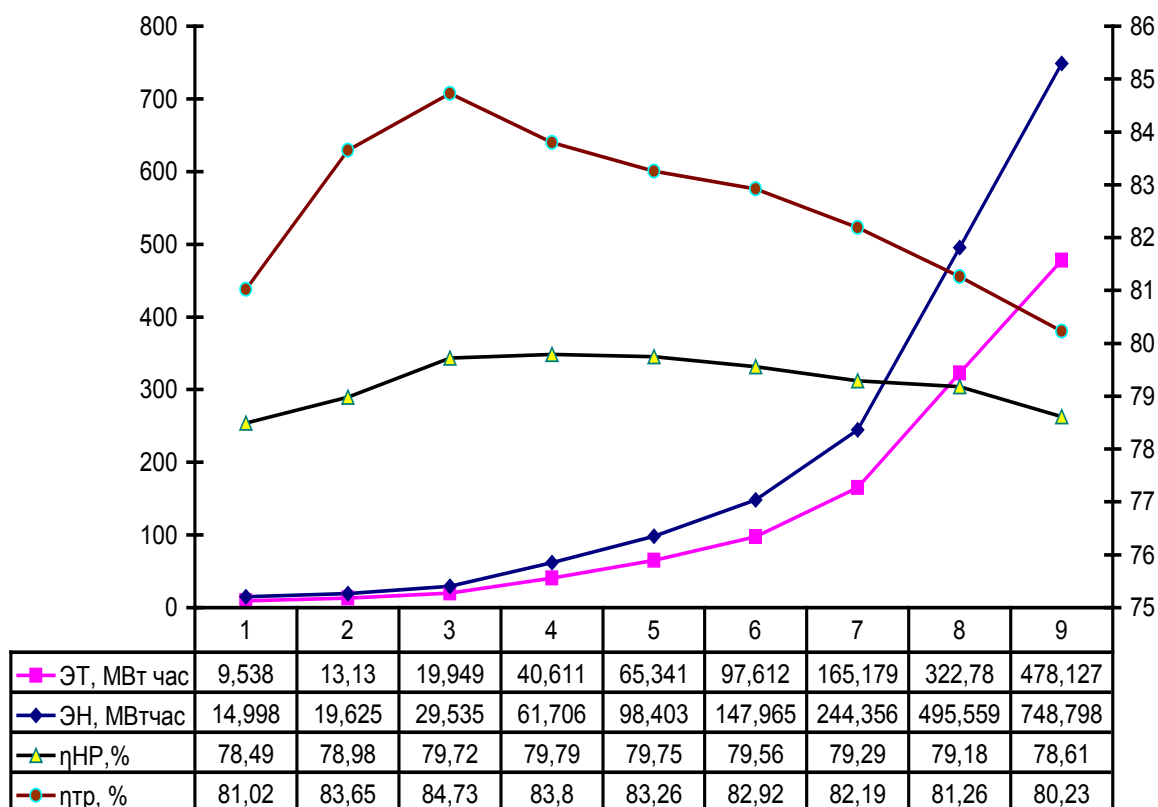


Рис. 2. Математические зависимости выработки электроэнергии ГАЭС, при работе в турбинном режиме, затраты электроэнергии в насосном режиме и изменение значений их КПД

Внедрение ГАЭС мощностью 32,5 МВт и годовой экономической эффективностью 11194,2 млрд. сумм на Талимарджанском водохранилище даёт возможность за год выработать 47,45 млн. кВт·час электроэнергии, экономию 7117 тон условного топлива органических топлив и валютных средств размере 95 млн. долларов США при сокращении покупки пиковой электроэнергии у соседних энергосистем. Срок окупаемости капвложений составит менее 6 лет. Кроме экономии топлива, ГАЭС приносит финансовую выгоду и благодаря удлинению срока службы оборудования на ТЭС.

Таким образом, вышеприведенные факты, доказывают не только возможность, но и необходимость строительства ГАЭС в Узбекистане. Для дальнейших шагов в этом направлении необходимо провести более подробные исследования разных вариантов строительства ГАЭС в различных объектах ВХС Узбекистана. Для этого необходимы специалисты разных отраслей, которые с разных сторон смогут рассмотреть возможные варианты строительства ГАЭС и выбрать оптимальный проект.

Литература:

1. Мухаммадиев, М.М., Халматов В.А., Джураев К.С. Проблемы развития гидроэнергетических комплексов. «Современное состояние и перспективы развития энергетики». Международная научно-техническая конференция, 18–20 декабрь 2006, Ташкент.
2. Мухаммадиев, М.М., Джураев К.С., Мукольянц А.А., Сотникова И. В. Использование гидроаккумулирующих электростанций малой мощности как решение проблемы обеспечения электроэнергией фермерских и индиви-

дуальных хозяйств. «Прогрессивные технологии и процессы». Сборник статей международной молодежной научно-технической конференции, посвященной 50-летию механико-технологического факультета ЮЗГУ. 25–26 сентября 2014, Курск. с. 91–95.

О некоторых проблемах реконструкции жилых зданий

Долаева Зурьят Ньюжуровна, старший преподаватель;

Казиева Алина Рамазановна, студент

Северо-Кавказская государственная гуманитарно-технологическая академия (г. Черкесск)

В данной статье исследованы проблемы реконструкции жилых зданий в зависимости от сложности зданий, учитывая аэрацию и инсоляцию. Проанализирован опыт европейских стран реконструкции и модернизации жилья. Рассмотрен экономический аспект процесса реконструкции жилищного фонда.

Ключевые слова: жилищный фонд, реконструкция, модернизация

Для решения такой сложной проблемы как жилищная используется ряд методов, в том числе реконструкция. Благодаря ей было спасено не одно здание и ощутимо изменились условия существования других, практически уничтожил коммунальное заселение, дарит домам современные инженерные оборудования, придает новую эстетику зданию, повышает их энергетическую эффективность. При реконструкции зданий не стоит забывать об окружающей среде. Все работы по реконструкции должны соответствовать экологическим требованиям, предъявляемым к строительным материалам и методам выполнения работ. Так же осуществляя реконструкцию нужно принимать во внимание необходимость утилизировать отходы в специально отведенные места и вторично использовать элементы разборки, разработать алгоритм ведения работ, исключить или минимизировать выбросы пыли, шума и вибрации в окружающую среду, полностью исключить разброс строительных материалов [1].

Для каждого здания построенного в разное время требуется своя методика и технология реконструкции. Но в основу проекта реконструкции закладывают не отдельное здание, а группу, микро и макрорайон, квартал. Делается это при комплексной оценке градостроительной ситуации,

находя оптимальные решения, соответствующие сложившимся условиям и обеспечивающие связность различных архитектурных течений. Приемлемы при реконструкции уплотнения и разуплотнения застройки, рационального использования межквартирного, подземного пространства и систем коммуникации. На рисунке 1 изображены основные виды воспроизводства жилой недвижимости при реконструкции.

В зависимости от сложности процесса реконструкцию проводят:

- не меняя общий проект, а лишь усиливая надежность несущих конструкций и улучшая эксплуатационные качества;
- не меняя общий проект, немного меняя проходные комнаты с восстановлением эксплуатационных качеств здания;
- модифицируя структуры квартир без увеличения строительного объема здания путем объединения квартир в пределах секции и их перепланировки;
- с преобразованием структуры квартир путем повышения объема здания за счет пристройки объемов и надстройки мансардного этажа, устройство квартир в двух уровнях;

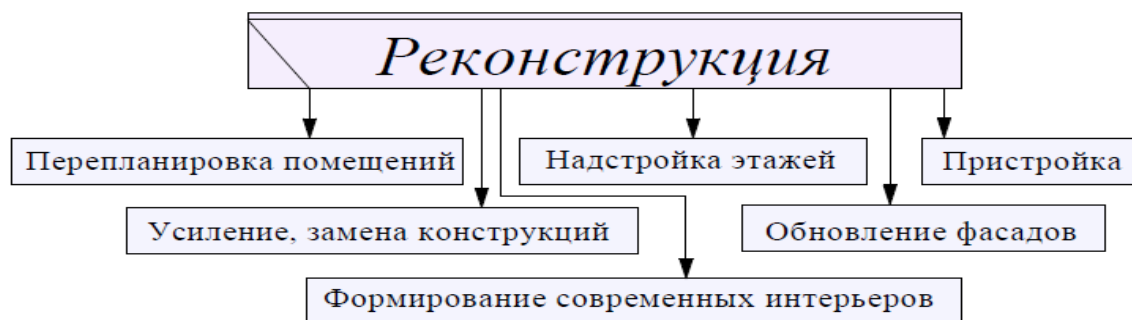


Рис. 1. Виды воспроизводства при реконструкции

— обновляя структуру квартиры путем прибавления объема здания за счет расширения корпуса и надстройки несколькими этажами [2].

Градостроительные аспекты реконструкции жилой застройки.

Появление первых признаков города и его последующее развитие является длительным процессом. В каждом городе свои особенности планировки здания. От количества информации зависит результат оценки потенциальных возможностей существующего жилого фонда при проектировании улучшения городов и районов. Градостроительный проект — документ учитывающий развитие жилищного фонда в соответствии с требованиями по усовершенствованию общественной застройки, территорий размещения и работы зданий и коммуникаций железнодорожного, автомобильного, речного, морского, воздушного и трубопроводного транспорта. Типовое решение модернизации городской территории нужно принимать во внимание при реконструкции жилых зданий через систему градостроительных требований [1–3].

Реконструкция поставлена в необходимость сохранения правильной инсоляции и аэрации и, соответственно, стремится облагородить микроклимат жилой застройки, повышение комфортности обитания и оздоровление условий проживания населения.

Связь ветра и постройки, иначе говоря, естественный воздухообмен пытались учитывать еще в Древней Греции. В дальнейшем это наука развивалась и теперь без нее не обходится не новое строительство, не реконструкция. В начале проектирования здания проводят аэрацию, для выяснения влияния постройки на воздушный поток, делается это для того что бы изменить поток воздуха в зависимости от поставленной задачи. Осуществляют либо застой воздуха, либо дальнейшее движение, не меняя скорости ветра. Не учитывая аэрацию можно наткнуться на такую серьезную проблему как неправильный воздушный поток, влекущий за собой отсутствие воздухообмена в здании. Особенно часто такая проблема возникает, когда рядом с невысоким зданием стоит более высотное. Так же важно при реконструкции здания, сооружения учесть и инсоляцию, так как оно имеет большое гигиеническое значение. Солнечные лучи убивают микроорганизмы, способствуют росту комнатных растений, которые в свою очередь улучшают состав воздуха и очищают атмосферу. Но среди плюсов солнечных лучей есть такой ощутимый недостаток как жара, с которой сталкивается практически каждый человек. Всем хорошо знаком перегрев помещения, вытекает естественное заключение необходимости получать лишь норму солнечного света, а не избыток [1, 4, 5].

Европейский жилой фонд старше, опытнее нашего жилищного фонда объяснение этому заключено в глобальных разрушениях после войны. В послевоенном периоде стремились создать хорошие условия для последующего развития и становления строительства, к тому же приходилось ликвидировать огромный урон, который нанесла война, и привычным применением деревянного до-

мостроения. А 60–70 процентов возведенных в Европе зданий и сооружений приходится на период до 1937–1940, а понесли куда меньшие разрушения. Эти старые дома пережили не одну реконструкцию и видели тиранов и героев, голод и достаток, мир менялся, а вместе с миром менялись и они. Отсюда и накопленный десятилетиями зарубежный опыт выполнения реконструктивных работ имеющее внушительное значение с практической точки зрения [1–4].

В этот период строились многоквартирные дома, предназначенные для сдачи в арендное пользование, в которых и жили почти восемьдесят процентов населения города. В то время плотность застройки была высокой в целях наибольшей экономичности, а так как население стремится жить в центре, то окраина города была более разуплотненной примерно в пять — шесть раз. В ценовом отношении центр тоже имел превосходство над периферийной, так же учитывали строительный объем, качество отделки и расположение в плане. В большинстве случаев строили из кирпича, нередко можно было встретить постройки, украшенные лепниной, мозаикой, барельефами. Для старых домов типичны сложные планы и изрядный запас прочности фундамента и стен, дающие возможность последующей надстройки во время реконструкции и модернизации [3].

Осуществляя модернизацию и реконструкцию доходных домов, ставятся следующие задачи:

- преобразование планировочного строения сооружения отвечающих требованиям потребительских и эксплуатационных качеств современного жилья;
- смена типовых строительных характеристик сооружения, этажности, создание двухуровневых квартир, устройство мансард, пристройка отдельных объемов и пролетов;
- улучшение эстетики сооружения принимая во внимание общее композиционное решение здания и современные архитектурные требования [3, 5].

Решительные изменения, отвечающие архитектурным требованиям во время реконструкции жилых домов, зависит от социально-экономического положения отдельно взятого города и метода реконструкции.

Модернизацию или реконструкцию жилых домов можно осуществлять:

- не переселяя жителей;
- переселяя жильцов частично;
- переселяя жителей на время проведения реконструкции;
- переселяя жителей и предоставлением им нового постоянного жилья.

Российский и особенно зарубежный опыт показывает, что совершенствование способов производства реконструктивных работ, строительных решений, средств механизации, комплекса организационных мероприятий позволяет выполнить нужные улучшения объемно-планировочных решений, не переселяя жителей [1, 5].

Улучшение стандартного этажа выполняется с помощью перепланировки квартир и перепланировки секций. Изменения квартир должно стремиться на уве-

личение объемов в кухне, передней, санитарно-технического узла, устройство встроенных шкафов и кладовых, изоляцию общей комнаты. Изменение секций стремится, обычно, к объединению смежных квартир и видоизменяя их в многокомнатную квартиру, соответствующую требованиям действующих норм.

Решением создания дополнительных площадей может быть пристройка многоэтажных объемов в торцах здания в тесной связи с устройством мансардного этажа.

Реконструкция зданий и сооружений требует учета экономических, эстетических, технических и ресурсных аспектов. Размеры реконструкции будут увеличиваться, объясняется это нехваткой земельных участков, неудовлетворительным эксплуатированием площадей в производственной сфере, возрастанием требований к комфортности жилья и др.

Следующим шагом для прогресса реконструкции станут:

- создание новых методов анализа состояния конструкций;
- применение личных компьютеров при расчете конструкций, САПР при проектировании;
- ввод действующих конструктивных решений;
- использование конструкций из новых материалов;

- создание лучших методов усиления и регенерация конструкций;
- создание и ввод в практику технологий будущего;
- создание действующих форм экономического стимулирования [1, 3].

Верная экономическая оценка завершающих результатов, привлечение капитальных вложений, направленных на реконструкцию зданий и сооружений, связаны с принятием решения выбора предпочтительного варианта. В нынешних условиях оценка вариантов реконструкции зданий и сооружений может выполняться с помощью нескольких экономических признаков:

- относительно чистой продукции;
- члена эффективности привлечения капитальных вложений;
- степени и прироста производительности труда;
- объема и прироста прибыли годового экономического эффекта;
- единовременных затрат и срока их окупаемости и т. д.

Реконструкция последний шанс для многих зданий и сооружений вернуться к нормальной полноценной жизни.

Литература:

1. Технологии реконструкции объектов промышленного и гражданского назначения: коллективная монография / И. А. Ефанова, В. И. Братишко, С. Х. Байрамуков, З. Н. Долаева [и др.]; под ред. Е. Л. Стрижакова, И. А. Ефановой, Р. В. Меркулова. — Невинномысск: ГАОУ ВО «Невинномысский государственный гуманитарно-технический институт», 2015. — 195 с.
2. Мищенко, В. Я. Организация содержания и обновления объектов жилищного комплекса: теория и практика. Монография / В. Я. Мищенко. — Воронеж: ВГАСУ, 2003. — 310 с.
3. Байрамуков, С. Х. Комплексный подход к проблеме модернизации жилищного фонда / С. Х. Байрамуков, З. Н. Долаева // Инженерный вестник Дона. — 2013. — № 4. — URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4y2013/2048/.
4. Ю. В. Иванов Реконструкция зданий и сооружений: усиление, восстановление, ремонт / Учебное пособие. — М.: Издательство АСВ, 2013. — 312 с.
5. Матвеев, Е. П. Реконструкция жилых зданий с надстройкой этажей из объемных блоков // [текст] Жилищное строительство. — 1999. — N 8. — с. 12–13.5.

Негативное воздействие синантропных птиц на АПК и методы борьбы с ними

Елизаров Владислав Викторович, аспирант;

Елизарова Анастасия Владимировна, аспирант;

Суринский Дмитрий Олегович, кандидат технических наук, доцент

Государственный аграрный университет Северного Зауралья (г. Тюмень)

В статье рассмотрена проблема потери и порчи урожая от воздействия синантропных птиц. Проанализированы существующие методы борьбы с птицей. Выделены преимущества использования электрофизического метода борьбы с синантропными птицами на объектах АПК.

Ключевые слова: АПК, синантропные птицы, методы борьбы, электрофизический метод

Населенные пункты являются качественно новыми, быстро растущими, исключительно динамичными и не имеющими аналогов в природе экосистемами. Сегодня

поселения человека можно считать одним из самых пространственных и крупных экосистем на Земле, активно взаимодействующих со многими элементами природных

ландшафтов. Часть из этих компонентов, в том числе птицы, успешно внедряются в населенные пункты.

Глобальное освоение окружающей среды, воздействие на нее антропогенных факторов выдвигают на передний план все новые и новые проблемы. К одной из них относится проблема защиты хозяйственных объектов от биоповреждений, вызываемых птицами. Широкое распространение, экологическая пластичность и тяготение отдельных видов птиц к антропогенному ландшафту явились причинами «конфликтных» ситуаций, возникающих на стыках хозяйственной деятельности человека и повседневной жизни птиц. Биоповреждающая жизнедеятельность птиц наблюдается на объектах различного хозяйственного назначения: аэродромах, элеваторах, объектах рыбного хозяйства и звероводства и др. Для урегулирования сложных орнитологических обстановок, складывающихся на данных объектах, применяются репелленты — экологические средства управления поведением птиц, при сохранении (в основном) общей численности биоповреждающих видов и их перераспределении на территории.

Описание поведенческих адаптаций к измененной человеком экологической обстановке начинается с анализа явления привыкания. Затем рассматривается приспособление поведения к меняющимся под воздействием человека условиям питания и защитным свойствам местообитаний. Отдельно выделены защитные реакции на антропогенные формы элиминации. [2]

Не случайно к проблеме синантропных животных уделяется пристальное внимание. Активно разрабатываются теоретические основы их синантропизации, ее стали рассматривать как системный экологический процесс глобального значения, обусловленный многочисленными факторами природного, социального и техногенного характера.

На предприятиях АПК в местах скопления птиц образуются благоприятные условия для размножения клещей, пухоедов, блох, мух, молей. По оценкам специалистов, от 40 до 90% птиц заражены орнитозами — опасными заболеваниями, передающимися человеку. Возбудителем орнитозов являются безвредные микроорганизмы хламидии пситтаци, занимающие по строению промежуточное положение между вирусами и бактериями. [2]

Повреждающая деятельность птиц по отношению к жилым постройкам и сооружениям сельского типа незначительна, и мы включаем ее в перечень исключительно из инвентаризационных соображений.

С этой точки зрения упомянем гнездование деревенских ласточек, стрижей на силосных башнях и под крышами сараев и навесов, повреждение брезентовых и пленочных покрытий на силосных ямах скворцами и врановыми и, конечно, аистьиные гнезда на водонапорных башнях и кирпичных трубах. Последний фактор имеет несколько большее хозяйственное значение по сравнению с предыдущими. Во всяком случае, по подсчетам орнитологов, большая часть аистьих гнезд устраивается таким образом и в таком месте, что создает некоторые помехи сельскому хозяйству.

Однако даже при учете этих помех, никому не приходит в голову серьезно бороться с белыми аистами иначе, как предоставляя им поблизости от «нежелательных» гнезд специальные платформы для того, чтобы они могли переместить свое поселение.

Одним из главных объектов нападения птиц является посеянное и проросшее зерно. В районах выращивания озимой пшеницы в США зимует 16 млн. скворцов и краснокрылые трупалы (47 млн.), образуя 21 ночевку до 1 млн. птиц и 25 ночевок свыше 1 млн. (Dolbeer et al., 1979). Птицы летают кормиться на расстояние до 50 км от места ночевки, повреждая проросшие семена и всходы, особенно поздно посеянные. Ущерб достигает только от скворцов 1,5% всходов — примерно 5873 т урожая (от заморозков — 44800 т). Для защиты от птиц предлагается сеять озимые до 1 ноября, заделывая на глубину до 4 см. Хорошим отпугивающим действием обладает пропановая пушка, защищающая до 4 га. [3]

Почти всюду на планете различные виды ткачиковых наносят значительный ущерб зерновому хозяйству, повреждая созревающее зерно, на американском континенте к ткачиковым присоединяются краснокрылые трупалы, квискалы и скворцы, в Индии — попугаи. [3]

Значительная часть зерна и технических культур уничтожается: и повреждается (загрязняется) птицами на всех этапах его обработки, начиная от обмолота и просушки открытым способом и кончая хранением внасып на зерновых складах.

Хороший обзор вредной деятельности птиц в зернохранилищах и способах уменьшения ущерба от птиц сделал Таилер (1979). При несоблюдении правил хранения зерна и отсутствии защитных средств большое число воробьев, голубей и врановых имеют постоянный доступ к хранящемуся зерну и повреждают значительную его часть. [3]

Значительные потери зерна по вине птиц сопровождают процесс его транспортировки на мукомольные комбинаты. До сих пор это делается открытым способом в больших емкостях, чаще всего баржах, сопровождаемых многотысячным эскортом из голубей, галок и воробьев.

Методы борьбы с синантропными птицами

По отношению к стратегии защиты от биоповреждающей деятельности птиц, единообразия во мнениях нет. Сейчас обсуждается две альтернативные точки зрения.

Первая из них предусматривает резкое сокращение численности биоповреждающих видов за счёт широкого использования уничтожающих птиц (авицидных) средств.

Вторая предполагает преимущественное использование экологически мягких средств, основанных на управлении поведением птиц, при сохранении (в основном) общей численности биоповреждающих видов и их перераспределении по территории.

Первая стратегия получила название элиминирующей, вторая экологической. Исторический обзор развития той и другой концепции изложен в монографии «Управление поведением птиц». [3]

Следует, однако, подчеркнуть глубокие корни этих альтернативных подходов в историческом плане, а также то обстоятельство, что обе концепции выросли из обобщения практического опыта человека. Начиная с древнейших времен, земледелец и огородник либо отпугивал птиц от своих плантаций, используя чучела и другие подобные им средства, либо убивал их с помощью лука и стрел, позднее огнестрельного оружия, петель, ловушек-давилок и т. д.

Бурное развитие химии открыло широчайшие возможности для использования отравляющих птиц (авицидных) средств, с помощью которых можно было в короткий срок «очистить» от птиц значительные территории. Именно успехи химии пестицидов дали значительный импульс элиминирующей концепции. И США, например, она быстро завоевала решающие позиции и была положена в основу стратегии борьбы с биоповреждающей деятельностью птиц. [3]

В России экологическая концепция традиционно занимала приоритетные позиции. Попытки навязать другие подходы, предусматривающие массовое уничтожение отдельных видов, например, рыбоядных птиц, получали должный отпор со стороны научной общественности и природоохранных организаций. Во многом этому способствовало и то обстоятельство, что, начиная с 1970-х гг., интенсивно развивалось научное направление, занимающееся разработкой экологических основ управления поведением птиц. Это направление разрабатывалось, имея главной своей целью оптимизацию взаимоотношений человека с птицами.

Уже к 1980-м гг. стало возможным создание технических устройств, эффективно управляющих поведением птиц. Эти устройства получили название экологических средств управления поведением (ЭСУП). Их испытания в целях предотвращения биоповреждающих ситуаций дали положительные результаты. [4]

По своей эффективности они превосходили действие всех других, в том числе химических средств, были более дешёвыми, а главное оставляли птиц живыми. Это последнее было особенно важным, учитывая огромную и все возрастающую экологическую роль птиц, перспективы их использования в качестве дивного средства борьбы с вредными насекомыми, не загрязняющего, в отличие от пестицидов, окружающую среду.

В последние годы начались совместные работы орнитологов и инженеров по созданию высокоэффективных ЭСУП на основе синтеза биоакустических сигналов создано семейство таких синтезаторов и налажено заводское производство с некоторых, наиболее эффективных из них. Одновременно продолжается усовершенствование дешёвых ЭСУП индивидуального пользования, предназначенных для владельцев садовых участков, школьных уголков природы и т. д. Этой работе в последнее время придается все большее значение. [4]

Остановимся на основных принципах защиты от биоповреждающей деятельности птиц и на основанных на

них средствах, применяющихся в настоящее время в РФ и других странах.

Защита хозяйственного объекта от птиц может быть обеспечена одним из перечисленных ниже способов.

1. Механическая изоляция объекта с помощью сетчатого полотна, решетки затаривания тканью, пластиком, досками и т. д.

2. Изменение опознавательных признаков объекта, делающего его для птиц непознаваемым, а значит, не привлекающим их внимания.

3. Создание дискомфортной для птиц среды или отдельных участков, также дискомфортно воздействующих на птиц (например, пластиковых или металлических щеток и ершей в местах приземления).

4. Экологическая инверсия, делающая непривлекательными важные для птиц свойства объекта или его окружения.

5. Отпугивание отдельных особей или небольших групп с помощью репеллентов индивидуально-группового назначения.

6. Рассеивание с помощью ЭСУП массовых скоплений птиц в местах их повышенной концентрации.

7. Ситуативное обучение птиц путём демонстрации смертельно опасного для них фактора, воздействующего на одну из особей или немногих членов группы.

Эти принципы реализуются в создании различных средств защиты от птиц, перечислим наиболее важные и распространенные из них.

Анализ существующих методов показал, что они имеют ряд серьезных недостатков, прежде всего с точки зрения их экологичности и трудоемкости.

Одним из перспективных методов повышения эффективности отпугивания птиц является электрофизический метод на основе электронно-ионной технологии. По назначению данные технические устройства принадлежат к охранно-отпугивающим. Таким устройством является электрический дератизатор, представляющий собой систему, состоящую из источника высокого импульсного напряжения и системы электродов. Электроды размещаются по помещениям, которые будут защищаться от синантропных птиц, и являются электризуемыми барьерами. [5]

Принцип действия данных устройств заключается в импульсном электрическом воздействии на организм объекта при попытке контакта его с электризуемым элементом системы защиты путем переразряда емкости тела по однопроводной схеме высоковольтными импульсами, содержащими по меньшей мере две знакопеременные полуволны, при этом воздействие обеспечивается при отсутствии непосредственного контакта объекта с землей или заземленными токопроводящими элементами. [5]

К преимуществам этого метода можно отнести отсутствие эффекта привыкания и отсутствие опасности для жизни птиц, что установлено медико-биологическими исследованиями. [5]

Литература:

1. Верещагин, И. П. Коронный разряд в аппаратах электронно-ионной технологии, М.: Энергоатомиздат, 1985, — с. 160 с.
2. Владышевский, Д. В. Птицы в антропогенном ландшафте. Новосибирск: Наука, 1975.—171 с.
3. Ильичев, В. Д. Управление поведением птиц. М.: Наука, 1984. — с. 303 с.
4. Ильичев, В. Д., Силаева О. Л., Золотарев С. С. Защита самолетов и других объектов от птиц. М.: КМК, 2007. 320 с.
5. Возмилов, А. Г., Урманов В. Г., Волчков В. Ю. Устройство для предотвращения гнездования птиц на порталах электроподстанций // Достижения науки и техники АПК. — 2011. — № 8. — с. 73–75.

Состояние и перспектива развития мехатронных систем в сельском хозяйстве

Елизарова Анастасия Владимировна, аспирант;

Елизаров Владислав Викторович, аспирант;

Устинов Николай Николаевич, кандидат технических наук, доцент

Государственный аграрный университет Северного Зауралья (г. Тюмень)

В статье рассматриваются основные положения и роль мехатроники на производстве в сельском хозяйстве. Выполнен обзор актуальных и перспективных мехатронных систем для использования в сельском хозяйстве. Отмечается, что использование научно-технических достижений в области мехатроники открывает новые возможности по решению многопрофильных задач, а также ставит человека в зависимость от технических средств.

Ключевые слова: мехатронные модули, автоматизация, сельское хозяйство

Центральное звено современного АПК России — сельское хозяйство. Сельское хозяйство является одной из наиболее важных отраслей экономики любой страны. Перечень продуктов сельскохозяйственной отрасли обширен: овощей и фруктов, поставляемых на прилавки магазинов, комбикормов, предназначенных для кормления животных, до сырья, использующегося в различных отраслях промышленности. Организация Объединенных Наций опубликовала прогноз населения нашей планеты к 2050 году, согласно которому население Земли увеличится на 2,5 миллиарда человек и составит 9,1 миллиардов человек. [1] Поэтому для удовлетворения такого спроса производство сельскохозяйственной продукции должно увеличиться на 25 %.

Сельское хозяйство — это серьезный бизнес каждой страны, поэтому необходимо своевременно осуществлять процесс внедрения и использования мехатроники и робототехники в этой области.

В настоящее время ни один из разработанных прототипов агропромышленных роботов, созданных в различных странах, еще не функционирует на полях и фермах. Все модели пока являются опытными или в лучшем случае мелкосерийными образцами.

В будущем роботы будут использоваться для выполнения большинства задач — от посева и подкормки до применения химикатов.

Необходимо разрабатывать агропромышленные роботы, оснащенные: специальными средствами передви-

жения, оказывающие минимальное давление на почву; специализированными захватными устройствами; алгоритмами управления; сенсорами повышенной чувствительности в пыле- и влагозащитном исполнении. Агропромышленный робот должен быть оснащен искусственным интеллектом и системой технического зрения. Также актуальной проблемой роботов в сельском хозяйстве является их надежность, следовательно, структура робота должна включать систему самодиагностики.

Одной из перспективных разработок, находящихся на этапе исследований и испытаний, является автономный полевой робот BoniRob компании Amazone [2]. BoniRob, предназначен для экспериментов по обработке отдельных растений, который компания AMAZONENWERKE разрабатывает совместно с техническим институтом Оснабрюка, компанией Robert Bosch GmbH и другими партнерами, создаёт новую основу для применения таких автономных систем в сельском хозяйстве. На протяжении 120 лет Amazone является одним из лучших партнеров немецких фермеров в области сельского хозяйства [4].

Если до сих пор испытания полевых роботов проводились с использованием навигации по рядам, то полевой робот BoniRob имеет самостоятельную систему навигации, для начала — на небольших опытных растениеводческих полях. На них он может не только определять GPS-координаты отдельных растений, но и составлять карты проведенных работ и подготавливать необходимую документацию. Таким образом, BoniRob значительно ускоряет

труд растениеводов, собирая при помощи специальных камер и датчиков данные об отдельных растениях и создавая большую статистическую базу. Технология использования полевых роботов позволяет выполнять эти задачи намного быстрее и эффективнее, чем это делает человек или любая из применявшихся до сих пор технологий.

В ходе исследовательского проекта, поддерживаемого BMELV/BLE, для начала созданы два самоходных робота BoniRob, предназначенные для работы на опытных кукурузных и пшеничных полях. Для навигации полевой робот BoniRob оснащается системой GPS с датчиками; сенсорная агротехника функционирует с использованием технологий спектральной фильтрации изображений (Spectral Imaging). Конструкция ходовой части с независимым приводом колёс даёт массу возможностей, например, дорожный просвет, регулируемый в диапазоне от 40 до 80 см, ширина колеи от 75 до 200 см и устройство быстрой замены сенсорной техники.

После успешного исследовательского проекта BoniRob стартует разработка двух новых проектов [3].

При этом используется и модернизируется концепция гибкого полевого робота. AMAZONE концентрируется на разработке универсальных платформ роботов, которые могут быть использованы различным образом. Наряду с большими сложностями в создании роботов, пригодных для работы на поле, нужно дополнительно создать механический или электрический разъём, позволяющий подсоединять различные орудия. Тем самым, робот можно комбинировать с различными приложениями, подобно тому, как орудие агрегируется с трактором. В отличие от трактора приложения полностью регулируют действия робота и, тем самым, автономно функционируют как единое целое.

Исследовательский проект «RemoteFarming. 1» проводится AMAZONE совместно с Bosch и университетом Оснабрюка и заключается в механическом регулировании с помощью робота численности растений в биовозделывании моркови. Здесь речь идёт о системной интеграции BoniRob в экологическое земледелие. При этом робот оснащён механизмом для регулирования численности сорняков. Целью является обнаружение роботом — за счёт комплексной обработки изображения, а затем и привлечения человека для обработки изображения на рабочем месте у монитора — технических культур и сорняков как таковых. При этом полевой робот должен работать при наличии возмущающих воздействий и переменных условий — такой автоматизированной обработки изображения нет на рынке до сих пор. Этот проект осуществляется в рамках поддержки инноваций федеральным министерством питания, сельского хозяйства и защиты потребителей совместно с управлением сельского хозяйства и питания в качестве инициаторов проекта.

В рамках исследовательского проекта «SmartBot», поддерживаемого со стороны INTERREG IV A, исследуется детальный проект «AgroBot» с целью развития аграрных роботов с базовой технологией. При этом AMAZONE занимается разработкой платформы роботов,

а также является партнёром по разработке приложений для химической обработки сорняков, борьбы с проросшими клубнями картофеля прошлого года и измерения плотности почвы.

В целом, необходимо отметить, что элементы мехатроники в виде отдельных модулей и систем нашли весьма широкое применение в различных отраслях производства, в том числе в аграрном секторе.

Данная отрасль производства в животноводстве представлена технологическими комплексами и линиями по первичной обработке и упаковке продукции сельскохозяйственного производства. Автоматизация используется в линиях сбора, транспортировки и первичной обработки молока — доильных установках, а также сбора, удаления и утилизации продуктов жизнедеятельности животных — навоза, фекалий, мочевины.

Мехатронные модули используются в составе кормоцехов — при приготовлении кормов и их последующей раздаче. Здесь важен контроль температуры при термической обработке корма, длины реза или величины измельчения.

В растениеводстве мехатронные модули используются, преимущественно, в точном (прецизионном) земледелии — в системах точного вождения сельскохозяйственных машинно-тракторных агрегатов и самоходных машин, а также управления их отдельными рабочими органами. Широко используются системы автоматического управления на дозирующих устройствах (форсунках, заслонках и т. д.) сельскохозяйственных машин для внесения различного рода удобрений и средств химической защиты растений.

Исполнительные механизмы, как правило, оснащены следящими приводами, функционирующими в комплексе с первичными преобразователями сигнала (датчиками), работающими на различных физических принципах — давление, сила, светочувствительность, спектральный анализ — в зависимости от специфики выполняемого технологического процесса и критериев оценки качества его выполнения.

Системы автоматического управления используются, в той или иной степени, во всех основных технологических процессах производства продукции сельского хозяйства и на различных этапах их выполнения. В дальнейшем мехатронные машины и системы будут объединяться в мехатронные комплексы на базе единых интеграционных платформ. Цель создания таких комплексов — добиться сочетания высокой производительности и одновременно гибкости техникотехнологической среды за счёт возможности её реконфигурации, что позволит обеспечить конкурентоспособность и высокое качество выпускаемой продукции на мировых рынках. В современных мехатронных системах для обеспечения высокого качества реализации сложных и точных движений необходимо применять методы интеллектуального управления. Для создания интеллектуальных систем необходимо обеспечить гибкое взаимодействие компонентов внутри системы и с окружающим миром.

Литература:

1. Организация объединённых наций [Электронный ресурс] / <http://www.un.org/ru/index.html>
2. Полевой робот BoniRob закладывает основы сельскохозяйственной техники будущего [Электронный ресурс] / Amazone [сайт]. — Режим доступа: http://www.amazonevoronezh.ru/new/polevoj_robot_bonirob_zakladivaet_osnovj_selskohozyajstvennoj
3. Полевой робот BoniRob [Электронный ресурс] / Amazone. Go for innovation 2014 [сайт]. — Режим доступа: <http://go.amazone.de/index.php?lang=9&news=26>
4. Компания Amazone [Электронный ресурс] / <http://www.amazone-voronezh.ru/about.html>

Принципы разработки и создания структуры базы данных

Жанкоразова Нуиза Нурланкызы, магистрант;

Амиров Азамат Жанбулатович, доктор PhD

Карагандинский государственный технический университет (Казахстан)

В данной статье посвящена проектированию и разработке структуры базы данных информационной системы по поведенческому аудиту безопасности.

Ключевые слова: база данных, информационная система, модель, даталогическая модель, проектирование

В последнее время быстрыми темпами развиваются наука и техника, которые вызвали глубокий переворот во всех отраслях производства и оказали воздействие на все стороны жизни общества.

Любая отрасль промышленности, если она не развивается, не совершенствуется, оказывается нежизнеспособной в современном мире. Поэтому назревает необходимость создания новых научно-технических средств, их проектирование и внедрение в производство.

Существует множество методов и вариантов разработки АИС, использование которых зависит от различных факторов, например, размеров предприятий и (или) их ИС, целей создания ИС, имеющихся ресурсов и др. Методы и принципы проектирования ИС рассмотрены в предыдущих главах.

Цикл разработки (проектирования) программного обеспечения (software project lifecycle) — совокупность стадий и этапов разработки программного обеспечения начиная от системного анализа и разработки исходных требований до её установки (инсталляции) на ЭВМ.

Опыт разработки и внедрения различных классов АИС показал высокую эффективность (в том числе экономическую) их применения, особенно на крупных предприятиях. Она отражается в хорошей организации труда и производства, повышении точности планирования и реализации поставленных задач, в обеспечении ритмичности работы предприятия, уменьшении доли ручного труда, эффективном (в том числе оперативном) информационном обеспечении различных категорий пользователей и т. д. Средний срок окупаемости таких систем обычно не превышает двух лет.

При разработке ИС в большинстве случаев предпочтение отдаётся типовым проектным решениям, адаптиру-

емым под конкретные условия и возможности Заказчика. Индивидуальные проекты разрабатываются в случае отсутствия типовых решений или когда основные параметры организации значительно (более чем на 10–15 %) отличаются от типовых решений. Обычно это касается крупных и крупнейших организаций.

Ни одна схема разработки ИС не является абсолютной. Возможны различные варианты, зависящие, например, от начальных условий, в которых ведётся разработка: разрабатывается совершенно новая система; уже было проведено обследование предприятия и существует модель его деятельности; на предприятии уже существует ИС, которая может быть использована в качестве начального прототипа или должна быть интегрирована с разрабатываемой.

Детализированная разработка проекта АИС предполагает наличие полного комплекта организационной, конструкторской, технологической и эксплуатационной документации.

Проектирование любого объекта осуществляется с:

- определения его функционального назначения (зачем нужен, что и как делает проектируемый объект);
- выявления логических связей (как осуществляет своё функциональное назначение проектируемый объект, какая информация и в какой последовательности обрабатывается);
- выбора материальных средств реализации проектируемого объекта — функционально-технологический и технический аспект (носители, средства обработки данных и др.);
- пространственного (территориального) размещения материальных средств реализации на выделенных или возможных для использования площадях;

— формирования организационно-управленческой структуры проектируемого объекта (состав подразделений, полномочия и функциональные обязанности работников).

Актуальность автоматизированной информационной системы для проведения внутреннего аудита является необходимостью автоматизировать и упростить работу отдела по технике безопасности в горнодобывающих предприятиях. Необходимостью разработки АИС является то, что на данный момент работа отдела представляет собой долгий и трудоёмкий процесс, использующий в основном человеческий труд. АИС будет способствовать ускорению работы, упрощению процессов и улучшению эффективности работы автоматизируемых отделов.

Структура базы данных — принцип или порядок организации записей в базе данных и связей между ними.

Существует три основных модели хранения данных:

— иерархическая модель базы данных — использует древовидную структуру для работы с данными. Доступ к данным начинается с поиска по общим категориям и идет по пути дальнейшей детализации категорий, пока не будет получена необходимая информация;

— сетевая модель базы данных — в ней все данные считаются потенциально взаимосвязанными;

— реляционная модель использует табличный способ хранения данных. Реляционная база данных может состоять из нескольких отдельных файлов (таблиц).

Для разрабатываемой информационной системы была выбрана реляционная модель базы данных. Данная модель наиболее подходит для разработки для связи с интерфейсом АИС, т. к. является удобной в использовании и имеет четкое разделение данных определенного типа.

В ходе изучения и анализа предметной области предприятия, были выявлены информационные потоки, которые участвуют в деятельности предприятия:

— отчет о графике проведения поведенческого аудита безопасности (ПАБ);

— отчет по проведенным аудитом;

— ведение учета инженерно-технических работников;

— ведение учета сотрудников.

Создаваемая информационная система предназначена для автоматизации поведенческого аудита безопасности Корпорации Казахмыс. База данных должна содержать данные о сотрудниках, работающих в компании, проводящих аудитов и их подробной характеристики, а также о различных операциях. На рисунке 1 представлена схема входных и выходных данных ИС.

Базовыми сущностями проектируемой базы данных являются:

— инженерно-технические работники;

— список аудитов;

— графики;

— сотрудники.

Проектирование баз данных — процесс создания схемы базы данных и определения необходимых ограничений целостности.

Основные задачи проектирования баз данных:

— обеспечение хранения в БД всей необходимой информации;

— обеспечение возможности получения данных по всем необходимым запросам;

— сокращение избыточности и дублирования данных;

— обеспечение целостности базы данных.

Основная цель проектирования базы данных — это сокращение избыточности данных, уменьшение затрат на многократные операции обновления избыточных копий и устранение возможности возникновения противоречий из-за хранения в разных местах сведений об одном и том же объекте.

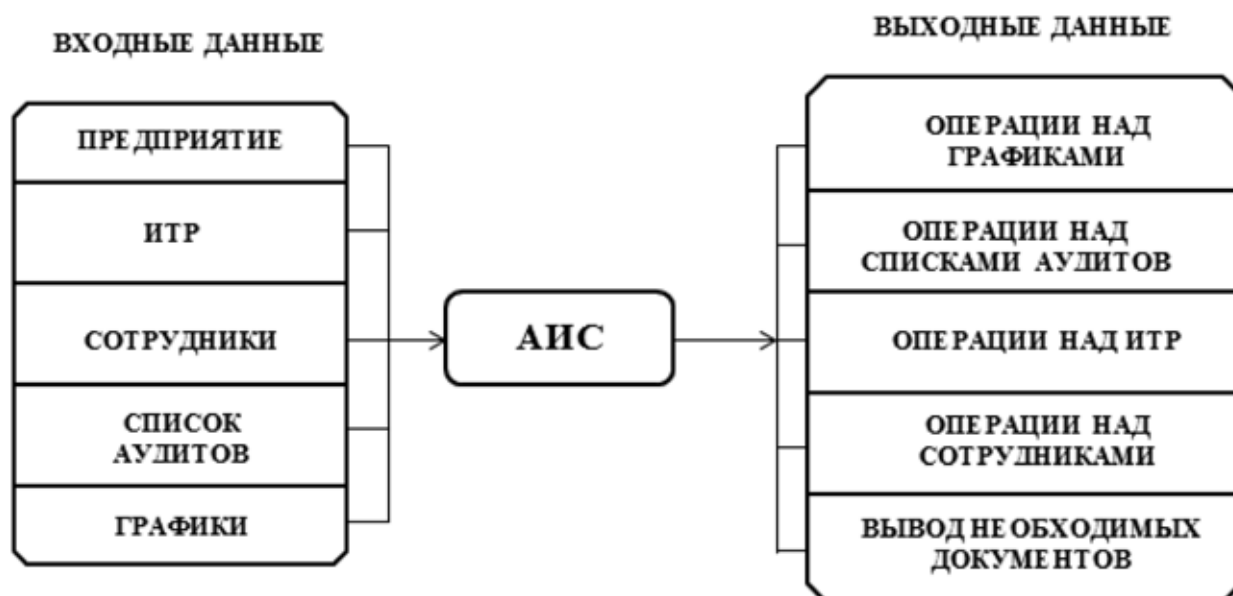


Рис. 1. Схема входных и выходных данных ИС

При создании баз данных следует придерживаться методологии нормализации отношений.

Процесс проектирования автоматизированных информационных систем начинается с построения инфологической модели данных, т. е. идентификации сущностей. Затем необходимо выполнить следующие шаги процедуры проектирования даталогической модели базы данных, т. е. инфологическая модель должна быть отображена в компьютеро-ориентированную даталогическую модель, «понятную» СУБД.

При проектировании информационной системы необходимо провести анализ целей этой системы и выявить требования к ней отдельных пользователей (сотрудников организации).

Проектирование баз данных можно разделить на следующие этапы:

- концептуальное (инфологическое) проектирование;
- логическое (даталогическое) проектирование;

- физическое проектирование;
- нормализация.

В ходе создания базы данных «АИС ПАБ» были оформлены следующие таблицы:

- предприятие;
- ИТР;
- сотрудники;
- графики;
- список аудитов;
- виды ситуаций;
- виды опасностей;
- тяжесть последствий;
- категория наблюдения.

В ходе проведения анализа информационных потоков были выделены условно-постоянные и оперативные входные данные для данной системы и выходные данные.

Разработана структура баз данных, описаны основные объекты конфигурации и их свойства.

Литература:

1. Гвоздева, В. А. Основы построения автоматизированных информационных систем: Москва: ИНФРА-М 2007. — 320 с.
2. Голицына, О. Л., Максимов Н. В., Попов И. И. Информационные системы: учебное пособие. Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2007. — 496 с.
3. Гребенюк, Е. И., Гребенюк Н. А. Технические средства информатизации: Екатеринбург: ИД «Академия» 2007. — 272 с.

Применение технологии вероятностных экспертных систем для оценки заключений системы мультифакторной аутентификации

Загинайло Максим Васильевич, студент;

Каплун Виталий Витальевич, студент

Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону)

В современных биометрических системах контроля и управления доступом (БСКД) результатом обработки биометрических признаков человека является предоставление пользователю доступа к запрашиваемой информации или предоставление доступа к защищаемому объекту.

Одним из методов защиты «в глубину» таких систем является применение мультифакторной системы аутентификации. Такие системы подразумевают необходимость предоставления пользователем двух (или более) биометрических признаков для получения доступа — например, сканирование сетчатки глаза и голосовую идентификацию. Практика показывает [1], что уже при использовании двух биометрических параметров вероятность ошибок снижается до 1,5%.

Метод, безусловно, имеет огромное преимущества, однако возникает серьезная проблема — как системе опираясь на данные нескольких устройств принять решение о предоставлении доступа.

В настоящей работе предлагается методика оценки степени доверия к заключению для случая мультифакторной биометрической аутентификации на основе алгоритма вероятностных экспертных систем, а именно — коэффициентов доверия.

Для системы мультифакторной биометрической аутентификации, состоящей из 4 модулей-сканеров: отпечатка пальца (X_1), геометрии руки (X_2), лица (X_3), сетчатки глаза (X_4), составим базу правил, исходя из статистических оценок точности данных методов [1] и ряда допущений, соответствующих знаниям экспертов. Так, точность распознавания рассматриваемых методов, определяющая степень доверия к ним, имеет следующие значения:

1. аутентификация по сетчатке глаза — 94%;
2. аутентификация по лицу — 60–65%;
3. аутентификация по отпечатку пальца — 89%;
4. аутентификация по геометрии кисти руки — 91%.

Для определения лучшей конфигурации работы модулей внутри системы БСКД рассмотрим 4 варианта правил их взаимодействия. Для разработки этих правил воспользуемся правилами логических комбинаций из теории экспертных систем. Рассмотрим эти процедуры [2] более подробно:

1. Простейшей логической комбинацией является конъюнкция (правило типа «И») между двумя элементарными посылками:

ЕСЛИ (A И B), ТО C: $A \& B \rightarrow C$.

Согласно здравому смыслу, коэффициент определенности такой посылки равен коэффициенту определенности наименее надежной из посылок, т. е. наименьшему коэффициенту из имеющихся:

$$ct(A \& B) = \min [ct(A), ct(B)]. \quad (1)$$

Такая оценка является несколько заниженной, но в большинстве практических случаев остается удовлетворительной.

2. Другой простой формой является правило, в котором используется дизъюнкция (правило типа «ИЛИ»):

ЕСЛИ (A ИЛИ B), ТО C: $A \vee B \rightarrow C$.

Коэффициент определенности посылки в правилах типа «ИЛИ» принимается самой надежной части, т. е. равным наибольшему коэффициенту из имеющихся:

$$ct(A \vee B) = \max [ct(A), ct(B)]. \quad (2)$$

3. В случае, когда в пользу данного заключения свидетельствуют два независимых правила:

ЕСЛИ A, ТО C; ЕСЛИ B, ТО C: $A \rightarrow C; B \rightarrow C$,

то коэффициент определенности вычисляется по формуле:

$$ct_3(C) = ct_1(C) + ct_2(C) - ct_1(C) \cdot ct_2(C), \quad (3)$$

где, $ct_1(C)$, $ct_2(C)$ — коэффициенты определенности, вычисленные в процессе срабатывания соответствующих правил.

Между тем в простых правилах вида

ЕСЛИ посылка, ТО заключение

коэффициент доверия заключения вычисляется как:

$$cf(\text{заключение}) = cf(\text{посылка}) \cdot cf(\text{правило}) \quad (4)$$

Опираясь на правила, описанные выше, сформулируем 4 блока правил, отражающих взаимодействие биометрических модулей внутри одной системы. Эти варианты комбинаций представлены в таблице 1.

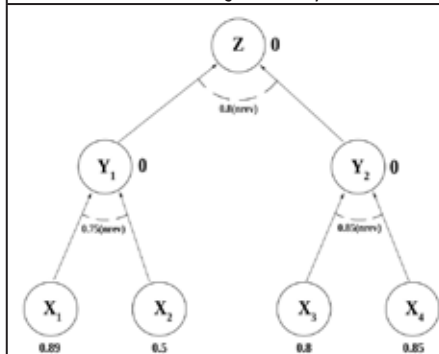
На основании приведенной выше точности распознавания, предположим, что при прохождении зарегистрированным пользователем процедуры аутентификации на каждом из модулей биометрической системы получают следующие значения, соответствующие проценту схожести с эталоном, хранящимся в базе эталонов:

1. при аутентификации по сетчатке глаза (X_1) — 89 %;
2. при аутентификации по лицу (X_2) — 50 %;
3. при аутентификации по отпечатку пальца (X_3) — 80 %;
4. при аутентификации по геометрии руки (X_4) — 85 %.

Таблица 1. Варианты взаимодействия биометрических модулей внутри системы

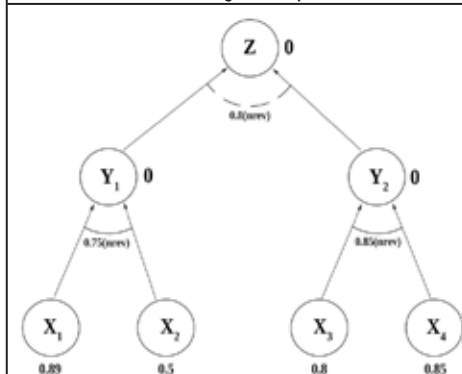
| Дерево вывода, соответствующее правилам | Правила взаимодействия модулей |
|---|---|
| <p>1. Комбинация модулей с поддержкой одного заключения двумя посылками</p> | <p>R1: ЕСЛИ X_1, ТО Y_1 $cf(R1) = 0.9$ R2: ЕСЛИ X_2, ТО Y_1 $cf(R2) = 0.6$ R3: ЕСЛИ X_3, ТО Y_2 $cf(R3) = 0.85$ R4: ЕСЛИ X_4, ТО Y_2 $cf(R4) = 0.9$ R5: ЕСЛИ Y_1, ТО Z $cf(R5) = 0.75$ R6: ЕСЛИ Y_2, ТО Z $cf(R6) = 0.8$</p> |
| <p>2. Комбинация модулей с правилами типа И</p> | <p>R1: ЕСЛИ X_1 и X_2, ТО Y_1 $cf(R1) = 0.75$ R2: ЕСЛИ X_3 и X_4, ТО Y_2 $cf(R2) = 0.85$ R3: ЕСЛИ Y_1 и Y_2, ТО Z $cf(R3) = 0.8$</p> |

3. Комбинация модулей с правилами типа ИЛИ



$R1$: ЕСЛИ X_1 или X_2 ТО Y_1 $cf(R1) = 0.75$
 $R2$: ЕСЛИ X_3 или X_4 ТО Y_2 $cf(R2) = 0.85$
 $R3$: ЕСЛИ Y_1 или Y_2 ТО Z $cf(R3) = 0.8$

4. Комбинация модулей правилами типа ИЛИ и правилом типа И



$R1$: ЕСЛИ X_1 и X_2 ТО Y_1 $cf(R1) = 0.75$
 $R2$: ЕСЛИ X_3 и X_4 ТО Y_2 $cf(R2) = 0.85$
 $R3$: ЕСЛИ Y_1 или Y_2 ТО Z $cf(R3) = 0.8$

В результате расчетов с применением формул (1), (2) и (4) определим коэффициент доверия к заключению Z для каждого варианта комбинации.

Вариант 1. Комбинация модулей с поддержкой одного заключения двумя посылками.

$$\begin{aligned} cf(Y_1) &= 0.89 \cdot 0.9 = 0.801; \\ cf(Y_1) &= 0.5 \cdot 0.6 = 0.3; \\ cf(Y_1) &= 0.801 + 0.3 - 0.81 \cdot 0.3 = 0.8067; \\ cf(Y_2) &= 0.80 \cdot 0.85 = 0.68; \\ cf(Y_2) &= 0.85 \cdot 0.9 = 0.765; \\ cf(Y_2) &= 0.68 + 0.765 - 0.68 \cdot 0.765 = 0.9248; \\ cf(Z) &= 0.8607 \cdot 0.75 = 0.645525; \\ cf(Z) &= 0.9248 \cdot 0.90 = 0.83232; \\ cf(Z) &= 0.645525 + 0.83232 - 0.645525 \cdot 0.83232 = 0.94; \end{aligned}$$

Согласно этому варианту пользователь на 94 % соответствует эталону.

Вариант 2. Комбинация модулей с правилами типа И

$$\begin{aligned} cf(Y_1) &= \min [0.89; 0.5] = 0.5; \\ cf(Y_1) &= 0.5 \cdot 0.75 = 0.375; \\ cf(Y_1) &= \min [0.8; 0.85] = 0.8; \\ cf(Y_2) &= 0.8 \cdot 0.85 = 0.68; \\ cf(Z) &= \min [0.375; 0.68] = 0.375; \\ cf(Z) &= 0.375 \cdot 0.8 = 0.3; \end{aligned}$$

Согласно этому варианту пользователь на 30 % соответствует эталону.

Вариант 3. Комбинация модулей с правилами типа ИЛИ

$$\begin{aligned} cf(Y_1) &= \max [0.89; 0.5] = 0.89; \\ cf(Y_1) &= 0.89 \cdot 0.75 = 0.6675; \\ cf(Y_1) &= \max [0.8; 0.85] = 0.85; \\ cf(Y_2) &= 0.85 \cdot 0.85 = 0.7225; \\ cf(Z) &= \max [0.6675; 0.7225] = 0.7225; \\ cf(Z) &= 0.7225 \cdot 0.8 = 0.578; \end{aligned}$$

Согласно этому варианту пользователь на 57 % соответствует эталону.

Вариант 4. Комбинация модулей правилами типа ИЛИ и правилом типа И

$$\begin{aligned} cf(Y_1) &= \min [0.89; 0.5] = 0.5; \\ cf(Y_1) &= 0.5 \cdot 0.75 = 0.375; \\ cf(Y_1) &= \min [0.8; 0.85] = 0.8; \\ cf(Y_2) &= 0.8 \cdot 0.85 = 0.68; \\ cf(Z) &= \max [0.375; 0.68] = 0.68; \\ cf(Z) &= 0.68 \cdot 0.8 = 0.544; \end{aligned}$$

Согласно этому варианту пользователь на 54 % соответствует эталону.

Учитывая произведенные на первоначальном этапе допущения, а именно определение коэффициентов доверия для X_1, X_2, X_3, X_4 , и коэффициентов доверия, присвоенных каждому правилу следует вывод, что применение независимых устройств биометрической защиты, учитывающих отдельные биометрические признаки пользователя, показывает наиболее высокую степень доверия к нему.

Литература:

1. Tipton, H. F., M. Krause. Information Security Management Handbook. — 5th Edition. — Boca Raton: CRC Press, 2006. — 2036 с.

2. Маршаков, Д.В., Фатхи В.А. Экспертные системы информационной безопасности: учебное пособие. — Ростов-на-Дону: Издательский центр ДГТУ, 2015. — 206 с.

Подход к моделированию процессов функционирования систем защиты информации

Каплун Виталий Витальевич, студент;

Цветкова Ольга Леонидовна, кандидат технических наук, доцент;

Загинайло Максим Васильевич, студент

Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону)

В статье предлагается подход к моделированию процессов функционирования систем защиты информации, основанный на использовании методологии функционального моделирования IDEF0. Процесс функционирования системы защиты информации разбивается на составные части — подпроцессы, каждый из которых отражает защиту информации по конкретному направлению. Далее выполняется моделирование каждого подпроцесса. Практическое применение этого подхода позволит детально изучить и проанализировать особенности протекающих в системе защиты процессов, выявить имеющиеся уязвимости системы защиты и разработать предложения по их устранению.

Ключевые слова: система защиты информации, методология функционального моделирования IDEF0

Интенсивное развитие и масштабное внедрение информационных систем и технологий сбора, обработки, передачи и хранения информации способствует тому, что в настоящее время необходимость сохранения различных видов тайн, обеспечения безопасности электронных документов является актуальной проблемой руководства большинства организаций, предприятий и банков.

При проектировании систем защиты информации выполняется ряд работ, направленных на анализ возможных угроз и каналов утечки конфиденциальной информации, формировании необходимого перечня программно-аппаратных, технических, криптографических средств, совместное использование которых обеспечит требуемый уровень защиты информации предприятия. При этом особо внимание уделяется тому, чтобы были перекрыты все возможные каналы утечки информации, а функционирование элементов системы защиты информации было согласованным.

В работе предлагается подход к моделированию процессов функционирования систем защиты информации, основанный на графическом представлении процессов с помощью диаграмм. Использование этих диаграмм позволит проводить анализ систем защиты информации с целью определения перечня необходимых средств и методов защиты, нормативных документов, назначения ответственных лиц.

Наиболее распространенными методологиями моделирования процессов из различных предметных областей являются IDEF0 и диаграммы потоков данных (DFD). Методология IDEF0 предназначена для решения задач моделирования сложных систем и позволяет отображать

и анализировать деятельность этих систем [1, 2]. DFD-диаграммы создаются для моделирования существующего процесса движения информации в некоторой системе, для описания документооборота, процессов обработки информации [3].

Основными преимуществами DFD-диаграмм являются:

- способность нотации точно определить внешние сущности, при этом используя анализ потоков информации внутри и за пределами системы;
- способность проектирование сверху вниз;
- описание процессов нижнего уровня, что позволяет преодолеть логическую незавершенность модели.

Недостатками являются невозможность анализа временных промежутков в процессе преобразования данных, а также необходимость ввода управляющих процессов.

Достоинствами IDEF0-диаграмм [4]:

- полнота описания процесса защиты информации (управление, информационные и материальные потоки, обратные связи);
- комплексность при декомпозиции (мигрирование и туннелирование стрелок);
- возможность агрегирования и детализации потоков данных и информации (разделение и слияние стрелок);
- наличие жестких требований методологии, обеспечивающих получение моделей процессов стандартного вида;
- простота документирования процессов, соответствие подхода к описанию процессов в IDEF0 стандартам ISO 9000:2000.

Сходство, присущее всем методам моделирования процессов и систем, DFD- и IDEF0-диаграмм, это несо-

мненное удобство их использования для представления циркуляции потоков и их обработки.

На диаграммах IDEF0 не акцентируется внимание на том, какие конкретно потоки необходимо обрабатывать, благодаря этому диаграммы IDEF0 смогут обеспечить работу систем, использующих обработку любых видов потоков. Таким образом, диаграммы IDEF0 способны продемонстрировать систему с позиции различных функциональных областей. В том числе, с помощью этих диаграмм возможно представление информационных потоков. Так как информационные и другие потоки имеют одинаковое обозначение в модели (IDEF0), она является универсальной моделью. Возможность декомпозиции процессов на диаграммах позволяет представить процесс защиты практически на любом уровне реализации.

Модель на основе диаграмм потоков данных (DFD) позволяет описывать систему только с позиции обработки в ней информации. Несмотря на то, что в публикациях можно встретить на диаграммах потоков данных потоки материальных ресурсов, продукции и т. п., это неверно по определению потока данных, который включает только информацию.

Для моделирования процессов функционирования систем защиты информации предполагается использовать методологию IDEF0, так как, она более универсальна и популярна. С 13 апреля 2005 г. по 2008 г. проводился опрос на тему: «Какой технологии (функционального моделирования) вы отдаете свое предпочтение?» и 42,9% человек проголосовало за методологию IDEF0 [3].

Как правило, системы защиты информации строятся таким образом, чтобы обеспечить защиту по нескольким

направлениям. Основными направлениями использования систем защиты информации являются [5]:

- защита объектов информационных систем;
- защита процессов обработки информации;
- защита каналов связи;
- подавление побочных электромагнитных излучений.

Предлагаемый в работе подход заключается в разбиении процесса функционирования систем защиты информации на составные части — подпроцессы, каждый из которых отражает защиту информации по конкретному направлению, и построении диаграмм, отображающих сущность этих подпроцессов. Целью такого разбиения является упрощение понимания и анализа модели.

Рассмотрим суть предлагаемого подхода на примере моделирования процесса защиты информации, передаваемой по каналам связи.

На первом этапе построим контекстную диаграмму процесса защиты информации (Рисунок 1). При этом будем использовать следующие названия элементов IDEF0-диаграмм:

- функциональный блок — «Защитить информацию по направлению защиты каналов связи»;
- входящая интерфейсная дуга — «Угроза информационной безопасности»;
- исходящая интерфейсная дуга — «Защищенная информация»;
- управляющая — «Государственные стандарты», «Политика безопасности предприятия»;
- механизм — «Программно-аппаратные средства», «Технические средства», «Организационные меры», «Сотрудники предприятия», «Служба безопасности».



Рис. 1. Контекстная диаграмма

На втором этапе построим диаграмму декомпозиции первого уровня (Рисунок 2). На этой диаграмме наглядно показан процесс функционирования системы защиты информации в случае возникновения угрозы при передаче информации по каналам связи. На начальном шаге деком-

позиции выполняется идентификация вида угрозы. Затем выполняются меры по предотвращению угрозы и/или защите от угрозы.

Дальнейшую декомпозицию необходимо выполнить для каждого блока декомпозиции первого уровня, что по-

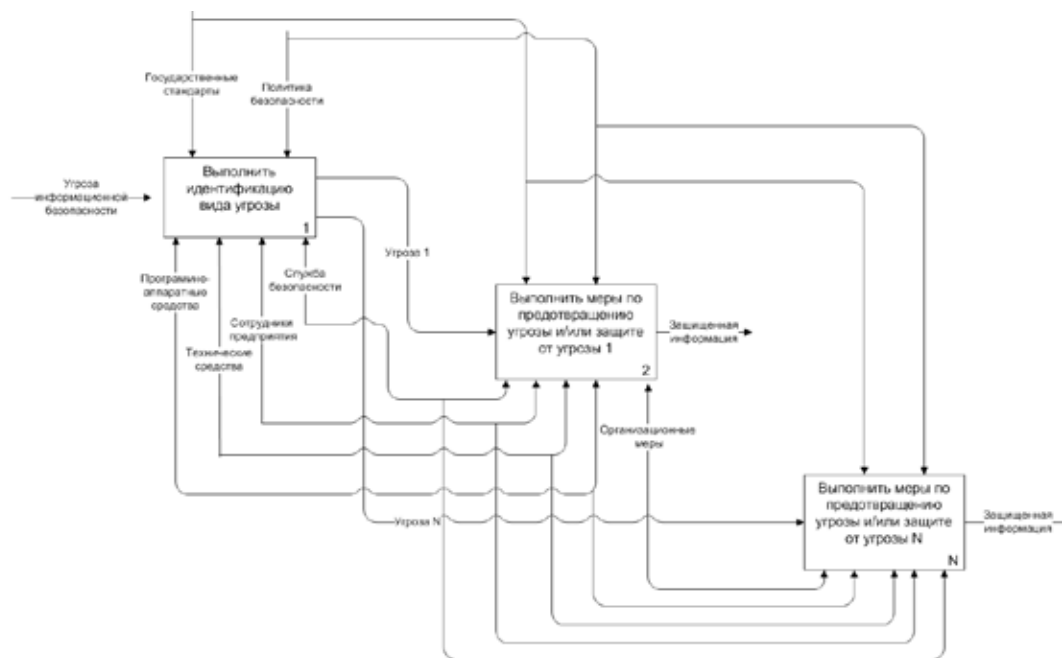


Рис. 2. Диаграмма декомпозиции первого уровня

зволит получить детализированные графические схемы происходящих и планируемых процессов защиты информации.

Предложенный подход к моделированию процессов функционирования систем защиты информации, исполь-

зующий методологию функционального моделирования IDEF0, позволит детально изучить и проанализировать особенности протекающих в системе защиты процессов, выявить имеющиеся уязвимости системы защиты и разработать предложения по их устранению.

Литература:

1. Новак, С. Н. IDEF0-модель торгового механизма межбанковского валютного рынка // Экономика и предпринимательство. — 2014. — № 1–3 (42–3). — с. 821–826.
2. Новикова, Т. Б., Курзаева Л. В., Петеляк В. Е., Масленникова О. Е., Белоусова И. Д. Описание управления бизнес-процессами предприятия на основе методологии IDEF0: трудности разработки, рекомендации по совершенствованию построения диаграмм // Фундаментальные исследования. — 2015. — № 8–2. — с. 318–322; URL: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=38893> (дата обращения: 07.12.2016).
3. Отличия DFD и DEF0 // studopedia. ru — URL: http://studopedia.ru/3_29166_otlichiya-DFD-i-DEF.html (дата обращения: 07.12.2016).
4. IDEF0: основные преимущества // studopedia. ru — URL: http://studopedia.ru/6_79726_preimushchestva-IDEF.html (дата обращения: 07.12.2016).
5. Бедердинова, О. И., Коряковская Н. В. Алгоритм разработки системы защиты информации // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Естественные науки. — 2013. — № 3. — с. 139–146; URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/algoritm-razrabotki-sistemy-zaschity-informatsii> (дата обращения: 07.12.2016).

Мероприятия по улучшению условий труда по фактору «световая среда» на рабочих местах в механическом цехе

Кузьмина Ольга Валерьевна, студент
Омский государственный технический университет

Статья посвящена вопросам исследования и улучшения условий труда по фактору световая среда на примере механического цеха организации. Приведен анализ условий труда. Выполнен расчет искусственного освещения методом светового потока на рабочем месте токаря.

Ключевые слова: механический цех, метод светового потока, производственное освещение, рабочее место, условия труда

Измерение уровня освещенности может преследовать две цели. В одном случае осветительная установка проверяется на соответствие светотехническому проекту, то есть в процессе измерений устанавливается, сохранил ли уровень освещенности, предусмотренный проектом, и не устарела ли осветительная установка. Для этого осветительная установка приводится в порядок: чистятся светильники, заменяются все не горящие лампы, в светильники вставляются лампы требуемой мощности.

В другом случае освещенность может измеряться с целью контроля состояния освещения организации в данный момент. Измерения проводятся без соответствующей подготовки осветительной установки.

Автор исследования ставил перед собой цель — изучить условия труда по фактору световая среда в механическом цехе организации и предложить мероприятия по их улучшению.

Уровень освещенности в промышленных зданиях измеряется непосредственно на рабочих местах (РМ) в рабочей зоне (в зоне резанья, обработки деталей, на столах сборки, на шкалах приборов). В зависимости от характера производства и конструкции оборудования рабочая зона может находиться в горизонтальной, вертикальной или наклонной поверхности.

При наличии одного общего освещения освещенность измеряется от светильников общего освещения. При комбинированном освещении РМ освещенность измеряется сначала от светильников общего освещения, затем включаются светильники местного освещения и измеряется суммарная освещенность от светильников местного освещения и светильников общего освещения.

Измерения могут осуществляться следующими приборами: цифровой фотометр (люксметр-яркометр) ТКА 04/3; люксметр-пульсметр «Аргус-07»; люксметр ТКА-люкс; пульсметр-люксметр ТКА-ПКМ/8.

Общие результаты нарушения норм освещенности по механическому цеху: 35 % РМ с недостатком общего освещения; 35 % — недостаток коэффициента естественного освещения; 24 % — отсутствует комбинированное освещение; 6 % — недостаток комбинированного освещения.

Обслуживание осветительных установок может быть организовано силами организации или специализированными бюро.

Обязанностью службы эксплуатации организации является надзор за состоянием освещения в цехах: замена ламп, регулярная мойка и чистка ламп и осветительной арматуры, контроль состояния и профилактический ремонт осветительного оборудования и сетей, наблюдение за периодическими очисткой перекраской, загрязненные поверхности помещения

Выполнять работы по обслуживанию светильников можно на месте установки светильников, а также в специально оборудованной светотехнической мастерской. В первом случае мойку и ремонт светильников должны производить электромонтеры.

В процессе эксплуатации освещенность в основном снижается за счет запыления светильников. Освещенность в течение нескольких месяцев эксплуатации, если не производить чистку светильников, может снизиться в 2–3 раза по сравнению с проектной. Нерегулярная, неравномерная чистка светильников приводит к тому, что средний эксплуатационный уровень освещенности часто становится ниже нормируемого. Кроме того, из-за неправильной эксплуатации осветительных установок, увеличения интервала между чистками светильников пыль, грязь, копоть плотно оседают на поверхности осветительной арматуры и ламп и течение времени под действием имеющейся в воздухе влаги образуют трудно смываемую пленку. За счет этого коэффициент отражения светильников уменьшается и после чистки и даже мытья не восстанавливается до своего первоначального значения.

Нормы проектирования регламентируются различные сроки чисток светильников, представлены в таблице 1.

Запыление и загрязнение светильников являются во многих организациях основными факторами, влияющими на снижение освещенности в процессе эксплуатации. Степень запыленности светильников зависит от условий среды (количества и характера пыли, скорости движения воздуха в помещении) и конструктивных особенностей светильников.

Таблица 1

| Характеристика помещения | Коэффициент запаса ламп | | Чистка светильников производится не реже |
|--|--------------------------|------------------------|--|
| | При газоразрядных лампах | При лампах накаливания | |
| Помещение с большим выделением пыли, дыма, копоти: А) темная пыль (кузнечные, литейные цехи, углефабрика) Б) Средняя и светлая пыль (цементная, известковая) | 2,0 1,8 | 1,7 1,5 | 1 раза в 1 месяц. |
| Помещение со средним выделением пыли: А) темная пыль Б) Средняя и светлая пыль | 1,8 1,6 | 1,5 1,4 | 1 раза в месяц. |
| Помещение с малым выделением пыли: | 1,5 | 1,3 | 1 раз в 3 месяца |
| Наружное освещение | 1,5 | 1,3 | 1 раз в 6 месяцев |

По-разному происходит прилипание пыли в различных производствах. Так липкая, клейкая пыль (частицы паров масла при технической обработке, дым при разливе литья, водяной пар в прачечных и т. п.) оседает на всех плоскостях светильника и ламп, инертная пыль (шлак, зола, мука, опилки и пр.) практически ложится на горизонтальные поверхности, сухие частицы металла (при обработке), волокна, волосы и пр. притягиваются к поверхностям пластмассовых деталей светильника за счет электростатических зарядов, возникающих в основном после их протирки.

Пыль, осаждающаяся на внутренней поверхности светильников, изменяет их светотехнические качества. Поверхностное покрытие диффузных светильников тускнеет и темнеет, что приводит к уменьшению коэффициента отражения внутренней поверхности и снижению к. п. д. светильника.

Загрязнение зеркальных светильников ведет к существенному снижению не только к. п. д., но и коэффициента использования осветительных установок.

Существует два способа замены ламп: индивидуальный и групповой. При индивидуальном способе замене ламп заменяются сразу же по мере сгорания. Этот вариант замены целесообразен для тех осветительных установок, в которых выход из строя отдельных источников света будет давать заметное ухудшение количественных и качественных характеристик осветительных установок. Это относится ко всем не большим осветительным установкам, выполненным люминесцентными лампами и лампами накаливания (отдельные комнаты, лаборатории и т. п.), а также к осветительным установкам, выполненным мощными лампами накаливания или лампами ДРЛ, если перегорание одной лампы влечет за собой увеличение коэффициента пульсации светового потока выше допустимого для данных зрительных работ или резкое снижение освещенности в зоне, прилегающей к данному светильнику.

Вторым общепринятым способом является замена всех ламп, установленных одновременно. В этом случае все

лампы осветительной установки по истечении определенного времени сразу заменяются новыми, даже если продолжают работать. Интервал между заменами ламп определяется по экономической эффективности, зависит он также от старения ламп, времени работы осветительной установки и кривой выхода ламп из строя. Чем реже производится групповая замена, тем большая доля ламп выйдет из строя к моменту замены, тем ниже будет средний эксплуатационный уровень освещенности и вместе с тем меньшими будут расход ламп и стоимость самой замены.

Групповая замена источников света имеет несомненные преимущества перед индивидуальной:

1. Время замены ламп можно выбрать с учетом минимальных нарушений производственного процесса.
2. Стартеры и ПРА не работают в трудных для них условиях, возникающих в конце срока службы люминесцентных ламп.
3. Значительно сокращаются колебания уровня освещенности во времени.
4. Установка не имеет неприглядного вида из-за использования в ней ламп одного и того же времени эксплуатации.

Недостатком групповой замены являются несколько больший расход ламп. Однако часть ламп, пригодных к эксплуатации, может в дальнейшем использоваться в местах, легко доступных для обслуживания, и вспомогательных помещениях. Поэтому нужно как можно шире и смелее внедрять этот прогрессивный метод замены, экономическая целесообразность которого безусловна.

При проектировании искусственного освещения в помещениях организации необходимо решить задачи:

- выбрать систему освещения;
- тип источников света;
- тип светильников;
- расположить светильники
- определить мощность источников света.

Выберем в механическом цехе РМ — токаря, для определения эффективности светового потока освещенности.

Определим исходные данные для расчета искусственного освещения методом светового потока (табл. 2).

Таблица 2

| Размеры помещения | Окраска помещения | | | Система освещения | | Тип светильника | РМ |
|---------------------|-------------------|---------------|--------------|-------------------|---------|-----------------|--------|
| | пол | стены | потолок | Иск. | Ест. | | |
| 16х12х ³ | Грязный бетон | Грязный бетон | чистый бетон | общая | боковое | ДРЛ | Токарь |

Естественное и искусственное освещение в помещениях регламентируется в зависимости от характера зрительной работы, системы и вида освещения, фона, кон-

траста объекта с фоном. Нормы освещенности на РМ токаря приведены в таблице 3 [1].

Таблица 3

| Характеристика зрительной работы | Минимальный объект различения, мм | Разряд и под-разряд зрительной работы | Совмещенное освещение, КЕО, % (боковое) | Искусственное освещение, лк | |
|----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|---|-----------------------------|-------|
| | | | | Комбинированное | Общее |
| Высокая точность | От 0,3мм –0,5 мм | III а | 1,2 сов | 2000 | 200 |

Равномерность общего освещения достигается при $l < 2H$, где l — расстояние между центрами светильников, H — высота подвеса светильника над рабочей плоскостью. Рекомендуется размещать светильники с лампами накаливания параллельными рядами, принимают: $l = (1,4 - 1,8) \cdot H$, для ламп накаливания $l = 0,5 \cdot l$ при удалении их от стены.

Для расчета искусственного освещения наиболее распространены методы светового потока, точечный и удельной мощности.

Метод светового потока предназначен для расчета общего освещения горизонтальных поверхностей и позво-

ляет учесть, как прямой световой поток, так и отраженный от стен и потолка.

Световой поток одного источника света рассчитывается по формуле [2, с. 100]:

$$F = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot Z}{N \cdot \eta},$$

где E — нормированная освещенность, лк;

K_3 — коэффициент запаса, учитывающий старение ламп и загрязнение светильников; определяется по таблице 4.

Таблица 4. Значение коэффициента запаса K_3

| Характеристика объекта | Лампы накаливания | Люминесцентные лампы |
|--|-------------------|----------------------|
| Помещения с большими выделениями пыли, дыма, копоти | 1,7 | 2,0 |
| Помещения со средними выделениями пыли, дыма, копоти | 1,5 | 1,8 |
| Помещения с малыми выделениями пыли | 1,3 | 1,5 |
| Наружное освещение светильниками | 1,3 | 1,5 |
| Прожекторное освещение | 1,5 | - |

S — площадь освещаемого помещения, м²;

Z — коэффициент минимальной освещенности, для ламп ДРЛ = 1,1;

N — число источников света в помещении;

η — коэффициент использования светового потока.

Согласно СНиП 23–05–95 [1] нормированная освещенность $E = 200$ лк.

В помещении с малыми выделениями пыли при применении ДРЛ коэффициент запаса, учитывающий ста-

рение ламп и загрязнение светильников будет равен $K_3 = 1,5$.

Площадь освещаемой поверхности $S = 192$ м².

Число источников света в помещении принимаем равным = 16.

Коэффициент η зависит от типа светильника, коэффициентов отражения R от стен, потолка, пола и от геометрической характеристики помещения, определенной индексом помещения по таблице 5.

Таблица 5. Коэффициенты отражения поверхностей Ri

| Поверхность | Коэффициент отражения |
|---------------------------------|-----------------------|
| Свежая побелка | 0,7 |
| Чистый бетон, побелка помещения | 0,5 |
| Грязные бетон, светлые обои | 0,3 |
| Кирпич неоштукатуренный | 0,1 |
| Цвет окрашенной поверхности: | |
| Белый | 0,79–0,84 |
| Розовый | 0,69 |
| Желтый | 0,6 |
| Красный (светлый) | 0,56 |
| Голубой, серый | 0,53 |
| Зеленый (светлый) | 0,41 |
| Коричневый | 0,23 |
| Темно-коричневый | 0,15 |
| Темно-зеленый | 0,1 |

$$i = \frac{S}{H * (a + b)},$$

где а и b — длина и ширина помещения.

Коэффициент отражения некоторых поверхностей R
коэффициенты использования светового потока для рассмотренных выше светильников и ряда сочетаний коэффициентов отражения

$R_{ст.} = 0,3$; $R_{пот.} = 0,5$; $R_{пол.} = 0,3$.

Принимаем высоту подвеса светильника над рабочей плоскостью $H=3,5$ м.

$$i = \frac{192}{3 * (16 + 12)} = 2,2$$

Примем $\eta = 57\%$

$$F = \frac{200 \cdot 1,3 \cdot 192 \cdot 1,15}{0,57 \cdot 16} = 5968,7 \text{ лм}$$

По полученному световому потоку F подбирают ближайшую стандартную лампу.

Выбираем лампы ДРЛ со световым потоком 5900 лм и мощностью 125 Вт.

Допускается отклонение светового потока выбранной лампы от расчетного не более чем на $(-10...+20)\%$. Условие выполняется.

Светильники расположим в 2 ряда по 8 ламп в 1 ряд на равноудаленном расстоянии друг от друга.

Литература:

1. СНиП 23–05–95 «Естественное и искусственное освещение».
2. Сердюк, В.С. Производственная санитария и гигиена труда [Текст]: учебн. пособие / В.С. Сердюк, Л.Г. Стищенко, Е.Г. Бардина. — Омск: Изд-во ОмГТУ. 2011—244 с.
3. ГОСТ Р 55710–2013 Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений.

Обеспечение безопасности при эксплуатации грузоподъемных машин

Кузьмина Ольга Валерьевна, студент
Омский государственный технический университет

Статья посвящена вопросам обеспечения безопасности труда при эксплуатации грузоподъемных машин на примере организации машиностроительной отрасли. Приведен анализ условий труда. Выполнен расчет стального каната для оснастки грузоподъемного механизма.

Ключевые слова: грузоподъемные машины, организация машиностроительной отрасли, организация труда, погрузочно-разгрузочные работы

Развитие всех отраслей строительства и производства строительных материалов и изделий, а также растущее применение сборных конструктивных элементов влекут за собой значительное увеличение объема погрузочно-разгрузочных и транспортных работ.

Погрузка, транспортирование и разгрузка строительных материалов, изделий и конструкций являются трудоемкими операциями, поэтому при выполнении этих процессов занято большое количество рабочих. Кроме большой трудоемкости погрузочно-разгрузочные и транспортные работы характеризуются высоким уровнем производственного травматизма.

Анализ причин несчастных случаев (НС) позволил установить, что 22,1 % от общего числа случаев происходит из-за нарушения требований эксплуатации грузоподъемных механизмов; 16,8 % — вследствие несовершенства такелажных приспособлений и неправильной строповки грузов; 8,9 % — из-за неправильных приемов выполнения рабочих процессов; 6,9 % — вследствие нарушения норм и правил складирования грузов. Безопасность условий труда зависит от выбранного способа производства работ, организации фронта работ и правильной эксплуатации комплекта машин и механизмов, участвующих в рабочих процессах. Причины производственного травматизма при погрузочно-разгрузочных работах показывают, что НС являются не только следствием плохой организации труда или неисправности грузоподъемного оборудования, но также результатом пренебрежительного отношения к основным требованиям правил техники безопасности. Поэтому кроме обязательно проводимых инструктажей должна проводиться повседневная работа по разъяснению рабочим, занятым на погрузочно-разгрузочных процессах, важности соблюдения и выполнения правил техники безопасности.

Необходимость такой работы обуславливается еще и тем, что на погрузочно-разгрузочных процессах часто заняты рабочие относительно низкой квалификации, не имеющие достаточного опыта и производственных навыков, либо не имеющие необходимого обучения и допуска на данные работы. Поэтому такие рабочие недостаточно хорошо представляют себе сложность и вероятную опасность выполняемых ими работ.

Правильная организация труда зависит от вида груза, его размеров и веса. Поэтому предварительно необходимо хорошо изучить характерные особенности отдельных деталей, изделий, конструктивных элементов и других грузов, чтобы заранее определить конкретные меры для безопасной работы с ними.

Безопасные условия труда во многом зависят от организации и содержания площадок и мест для погрузки и разгрузки.

Расположение их выбирают так, чтобы обеспечивалось наименьшее количество перегрузочных операций, начиная с момента доставки материалов и изделий со склада или предприятий стройиндустрии и кончая подачей к месту непосредственного производства работ.

Наиболее трудоемкие работы должны быть максимально механизированы. Внедрение механизации работ, как правило, способствует снижению травматизма. Однако приведенные выше данные свидетельствуют о значительном количестве травматизма при эксплуатации механизмов в погрузочно-разгрузочных работах. В связи с этим возникает необходимость рациональной организации рабочих процессов, направленной не только на повышение производительности труда, но и на обеспечение их безопасности.

Требуемые грузоподъемные средства и методы организации труда при их применении предусматриваются в период разработки проекта производства работ или технологических карт на весь комплекс погрузочно-разгрузочных и транспортных операций. Иногда выбор механизмов и методы труда обуславливаются наличием их в строительных организациях. Но в любом случае должны быть учтены характерные особенности материалов, или конструкций.

Таким образом, безопасные условия труда могут быть заданы только после подробного ознакомления с характером отдельных рабочих процессов по погрузке и разгрузке, их специфических особенностей, четкого представления всех конструктивных характеристик перегружаемых элементов, требований к упаковке, строповки и транспортированию деталей и элементов, а иногда после ознакомления с различными физико-механическими и химическими свойствами транспортируемых материалов.

Каждое производство характеризуется своим комплексом опасных и вредных производственных факторов. Литейные цехи машиностроительных заводов характеризуются большим разнообразием технологических процессов, приемов работы и применяемого оборудования. Часто работа в литейных цехах отличается большой трудоемкостью и сопровождается выделением в рабочее пространство цеха пыли, паров, газов, огромного количества тепла, а также возникновением вредного производственного шума и вибрации. Особенностью литейного производства является также перемещение большого количества грузов: формовочных материалов, жидкого металла, отливок, приспособлений (опок, моделей, ящиков, под модельными и стержневыми плитами), отходов производства (литников, скрапа, горелой земли).

В процессе работы на работающего возможно действие следующих опасных производственных факторов:

- движущихся или вращающихся механизмов;
- перемещаемых грузов;
- опасного напряжения в электрической цепи.

Основными причинами аварий и НС при эксплуатации грузоподъемных устройств являются следующие:

- допуск к управлению краном лиц, не прошедших специального обучения;
- отсутствие на механизмах автоматически действующих ограничителей высоты подъема груза;
- использование некачественных грузозахватных и других вспомогательных приспособлений (траверсы, стропы, клещи, контейнеры и пр.) и тары;
- нарушение производственной дисциплины рабочими (самовольное включение и управление краном), невыполнение установленных и известных рабочим требований по технике безопасности;
- отсутствие технического надзора за правильной и безопасной организацией эксплуатации механизмов и машин (отсутствие ответственных лиц за эксплуатацию крана);
- плохая организация погрузочно-разгрузочных работ, бессистемное размещение изделий и материалов, отсутствие определенных рабочих проходов, ограждений опасных зон и т. п.

Анализ НС показывает, что большинство из них происходит из-за ненадежного крепления (захвата) груза, на что в немалой степени влияют неопытность рабочих и нарушение требований безопасности.

Большое значение имеет при подключении крана к силовой электросети соблюдение установленных требований по электробезопасности. Подводку выполняют хорошо изолированным проводом. Корпус электродвигателя, защитный кожух рубильника, все контакты, к которым можно случайно прикоснуться, должны быть надежно заземлены.

Во избежание аварий и травматизма следует принимать кран перед началом работ только после тщательного осмотра.

При приемке крана проверяют:

- заземление элементов, не соединенных непосредственно с металлоконструкциями крана;
- состояние рубильника питания крана;
- наличие обязательного комплекта такелажных грузозахватных приспособлений;
- наличие плакатов по производству работ, технике безопасности;
- техническое состояние крана, при проверке которого прежде всего осматривают все несущие элементы конструкции с целью обнаружения трещин, искривлений, неплотности или нарушения соединений.

При приемке крана в эксплуатацию проверяют также соответствующую документацию.

Оригинальная конструкция электрифицированного грузоподъемного устройства широко применяется в различных областях машиностроения. Этот кран может быть установлен для обслуживания любого производственного оборудования, или участков с мелкосерийным и серийным производством изделий. Он состоит из сварной стрелы, имеющей вылет, равный 1800 миллиметров; платформы, на которой укреплены стрела, редуктор с барабаном и электродвигатель. Кран может поворачиваться вокруг оси. Поворот крана осуществляется вручную, а подъем и опускание груза — посредством электрических кнопок управления. Кран установлен на фундаменте и крепится к нему фундаментными болтами, которые в свою очередь заливаются цементом. Управление подъемом и опусканием груза осуществляется при помощи выносного пульта управления.

Для ограничения подъема груза на стреле крана имеется концевой выключатель. Выключающее устройство механизма подъема приводится в действие крюковой подвеской при подъеме её в крайнее верхнее положение, при этом грузик поднимается, натяжение каната ослабевает и под действием пружины контакты концевого выключателя замыкают цепь управления электродвигателя грузовой лебёдки.

Захватное устройство для захвата цилиндрических деталей состоит из скобы и рычагов, шарнирно соединённых между собой осями, шайбами и шплинтами. При захвате детали рычаги поворачиваются внутрь устройства и подводятся к детали. При подъеме рычаги автоматически поворачиваются в обратную сторону до тех пор, пока не займут крайнее нижнее положение. При этом деталь надёжно зажимается упорами рычагов.

Устройство для подъема и перемещения полых деталей с бортом может применяться для деталей, имеющих как круглое, так и прямоугольное отверстие. В первом случае устраивается три захватных рычага, расположенных под углом

120° друг к другу. Существо конструкции состоит в том, что на трубе посредством оси шарнирно укреплены захватные рычаги. Эти рычаги связаны со свободно скользящей по трубе муфтой посредством тяг. На верхнем конце трубы укреплено кольцо, при помощи которого захватное устройство подвешивается на крюк крана. При опускании захватного устройства в отверстие полый детали с бортом рычаги складываются внутри его и захватывают деталь изнутри за борт. Удаление захватного устройства из детали производится посредством подъёма муфты.

При перемещении и установке на станок деталей, подвешенных на крюке крана, могут быть случаи соскальзывания кольца (петли) с крюка и падения груза. К этому может привести толчок или столкновение перемещаемой детали с каким-либо препятствием. Для предупреждения таких случаев применяются крюки с защёлками. Защёлка с хвостиком свободно подвешивается на оси. Для предотвращения случайного открытия защёлки, её задняя часть имеет больший вес чем передняя.

Одним из устройств безопасности в данном грузоподъемном механизме является колодочный тормоз ТКТ-200, рисунок 1. В данном колодочном тормозе применяется электромагнит типа МО-Б, отличающийся малым ходом якоря. Он устанавливается на рычаге. Замыкание тормоза осуществляется основной замыкающей пружиной 5, предварительное сжатие которой для получения необходимой силы замыкания производится гайкой 11 и контргайкой 10. Размыкается тормоз электромагнитом 7, укрепленном на тормозном рычаге 6. Якорь электромагнита надавливает на шток 1 тормоза и разводит оба рычага, освобождая на тормозной шкив. Между скобой основной пружины и рычагом 3 установлена вспомогательная пружина 4. Эта пружина служит для разведения рычагов тормоза при его размыкании. Для размыкания тормоза при обесточенном электромагните, например с целью замены изношенных фрикционных накладок на колодках, используется гайка 9, отводимая по штоку 1 до упора в рычаг 6. Фиксация колодок относительно тормозного рычага, исключая трение колодок о тормозной шкив при разомкнутом тормозе, осуществляется штыревыми пружинными фиксаторами 12, заложенными в тело рычагов 3 и 6. Равномерность отхода обеих колодок от шкива достигается установкой винта 8. Восстановление нормального зазора между шкивом и колодкой по мере износа фрикционного материала производится гайкой 2.

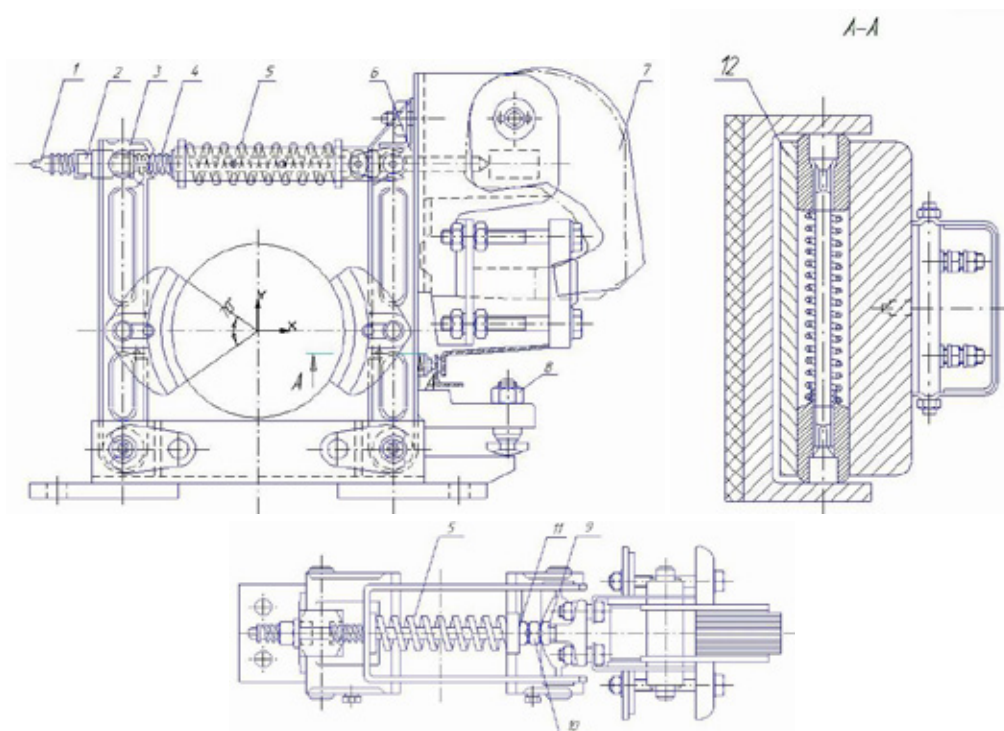


Рис. 1. Колодочный тормоз ТКТ-200

Проведем расчет стального каната

1. Тип и конструкция каната выбирается в зависимости от его назначения:

Для оснастки грузоподъемных механизмов применяются более гибкие канаты типа ТЛК-О конструкции 6х37.

2. Определяем разрывное усилие в стальном канате, учитывая, что тяговое усилие лебёдки $S = 1000$ кгс.

$$R = S \cdot k$$

k — коэффициент запаса прочности, учитывающий назначение каната и режим его работы. Выбираем $k = 0.5$.

$$R = 1000 \cdot 5 = 5000 \text{ (кгс)}$$

3. По найденному разрывному усилию подбираем канат по следующим данным:

- конструкция каната: 6х37;
- разрывное усилие в кгс: 9050;
- предел прочности на растяжение в $\frac{\text{кгс}}{\text{мм}^2}$: 160;
- диаметр в мм: 13,5.

Проведем расчёт на прочность стрелы.

$$L = 1800(\text{мм});$$

$$P = 1000(\text{кгс});$$

$$D = 150(\text{мм});$$

$$d = 145(\text{мм});$$

$$[\sigma] = 160 \cdot 10^5 (\text{Н} / \text{м}^2)$$

При расчёте должно выполняться условие: $\sigma_{\text{экв}}^{\text{max}} \leq [\sigma]$

$$\sigma_{\text{экв}}^{\text{max}} = \frac{N_{\text{сж}}^{\text{max}}}{F} + \frac{M_{\text{из}}^{\text{max}}}{W_{\text{из}}}$$

$$\frac{N_{\text{сж}}^{\text{max}}}{F} + \frac{M_{\text{из}}^{\text{max}}}{W_{\text{из}}} \leq [\sigma]$$

$$F = \frac{\pi \cdot D^2}{4} - \frac{\pi \cdot d^2}{4}, \text{ где } D \text{ и } d \text{ наибольший и наименьший диаметр сечения трубы;}$$

$$M_{\text{из}}^{\text{max}} = P \cdot L;$$

$$W_{\text{из}} = 0.1 \cdot d^3 \cdot (1 - \alpha^4);$$

$$\alpha = \frac{d}{D};$$

$$M_{\text{из}}^{\text{max}} = 1000 \cdot 1.8 = 1800 (\text{Нм}^2);$$

$$\alpha = \frac{0.145}{0.15} = 0.96$$

$$W_{\text{из}} = 0.1 \cdot 0.145^3 \cdot (1 - 0.96^4) = 0.000012;$$

$$\sigma_{\text{экв}}^{\text{max}} = \frac{1000 \cdot 4}{3.14 \cdot (0.15^2 - 0.145^2)} + \frac{1800}{0.000012} = 15863651 (\text{Н} / \text{м}^2) \approx 158 \cdot 10^5 (\text{Н} / \text{м}^2);$$

$$\sigma_{\text{экв}}^{\text{max}} = 158 \cdot 10^5 \leq [\sigma] = 160 \cdot 10^5 \text{ — условие выполняется.}$$

Для снижения производственного травматизма и профессиональных заболеваний в организациях машиностроительного комплекса большое внимание на производстве должно уделяться механизации труда. Это особенно важно на литейных участках, где используется тяжёлый физический труд.

В данном случае в качестве средства механизации погрузочно-разгрузочных работ при перемещении отливок и форм предложено использовать электрифицированный кран. Применение этого устройства позволяет значительно облегчить труд работников, и кроме того, направлено на предупреждение возникновения профессиональных заболеваний и снижение производственного травматизма. Безопасность труда при подъёме и перемещении грузов краном в значительной степени зависит от его конструктивных особенностей и соответствия их правилам и нормам Госгортехнадзора. Все детали и вспомогательные приспособления в отношении изготовления, материалов, прочности должны удовлетворять соответствующим техническим условиям, стандартам, нормам и правилам.

Данная разработка показывает, насколько важно, правильно спроектировать, и применить устройства, обеспечивающие безопасность. Применение концевого выключателя обеспечит остановку механизма подъема груза, когда он достигнет верхнего положения, тем самым предотвратит обрыв каната.

Произведённый проверочный расчёт на прочность конструкции стрелы показал, что она соответствует техническим условиям, предъявляемым при работе крана. Правильный расчёт и подбор стального каната позволит избежать обрыва груза. Применение различных грузозахватных приспособлений позволит надёжно закрепить перемещаемый груз.

Использование этих устройств и приборов безопасности снизит количество НС. Наряду с этим необходимо понимать, что большое значение в плане обеспечения безопасных условий труда имеет своевременное проведение профилактических осмотров, технических обслуживаний и ремонтов.

Литература:

1. Безопасность производственных процессов: Справочник /Под общ. ред. С. В. Белова. — М., Машиностроение, 1985. — 448 с.
2. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъёмных кранов. Утверждено Госгортехнадзором России. Москва: Изд-во «ПОО ОБТ» 2001.
3. Шишков, Н. А. Пособие по техническому надзору за безопасной эксплуатацией грузоподъёмных кранов. Москва: Изд-во «НПО ОБТ» 1993.

Методика обследования лесопильного цеха древообрабатывающего предприятия ОАО «Якутуглестрой»

Кулигина Евгения Сергеевна, старший преподаватель

Технический институт (филиал) Северо-Восточного Федерального университета имени М. К. Аммосова в г. Нерюнгри

Обследование здания проводилось в соответствии с РД 153—34.121.530—99 «Методические указания по обследованию строительных конструкций производственных зданий и сооружений тепловых электростанций. Часть 2. Металлические конструкции».

Объем и программа обследования металлоконструкций определяются в каждом конкретном случае техническим заданием, утвержденным руководством Заказчика, и зависят от состояния элементов металлоконструкций.

Материалы обследования являются исходными данными для составления заключения о состоянии металлоконструкций или разработки проекта по их восстановлению, усилению, реконструкции.

При выполнении работ по обследованию металлоконструкций необходимо соблюдать требования правил техники безопасности.

До начала обследования был произведен предварительный (рекогносцировочный) осмотр объекта для определения объема, специфики и направленности обследования, необходимых подготовительных работ (изготовление подмостей и лестниц для обеспечения непосредственного доступа к конструкциям, очистка поверхностей и т. д.), а также выявления необходимости проведения специальных исследований (изменение динамических характеристик, геодезическая съемка и т. д.).

В процессе предварительного осмотра, прежде всего, было обращено внимание на конструкции, вызывающие опасение.

Обследование металлоконструкций должно выполняться специалистами организаций, которые имеют соответствующие лицензии, по договорам с руководством предприятия.

Аппаратура и средства измерений, применяемые при технической диагностике и определении свойств материалов, степени коррозионного износа и деформации металлоконструкций, должны обладать необходимой точностью и соответствовать требованиям стандартов.

Все применяемые средства измерений должны иметь действующее поверительное (калибровочное) клеймо и сертификат о поверке (калибровке).

При обследовании металлических конструкций учитывается вся информация о конструкциях обследуемого объекта, об особенностях изготовления, монтажа, строительства и условий эксплуатации металлических конструкций.

С этой целью до начала визуального обследования должна быть подобрана и проанализирована в полном объеме техническая документация. На данный объект это — паспорт на обследование здания или сооружения; остальные типы технической документации отсутствуют.

Из комплекта детализированных чертежей КМД были отобраны чертежи конструкций, подлежащих обследованию: монтажные схемы колонн, вертикальных и под-

стропильных ферм; монтажные схемы стропильных ферм и связей по верхним и нижним поясам ферм; монтажные схемы подкрановых балок и тормозных площадок и т. д.

Из комплекта рабочих чертежей КМ отобраны: данные о проектных нагрузках (постоянных и временных) с указанием мест их приложения, планы, поперечные и продольные разрезы обследуемых сооружений, узлы конструкций, необходимые расчеты.

Исходными данными для оценки материала обследуемых конструкций служит: год производства стали и технические условия на ее поставку, результаты контрольных механических испытаний и химических анализов специально вырезанных образцов, испытаний на загиб в холодном состоянии и ударную вязкость.

Сведения, которые невозможно установить по документам, выявляются по опросам персонала служб эксплуатации, а также непосредственно при обследовании конструкций. При отсутствии чертежей конструкций составляются эскизы по измерениям в натуре.

Обследование металлических конструкций производится после подбора и анализа технической документации.

Натурное обследование конструкций производится с целью:

- проверки соответствия конструкций проекту;
- выявления дефектов и повреждений, являющихся следствием отступлений от требований строительных норм и правил (СНиП) при изготовлении, монтаже, транспортировании, хранении и неудовлетворительной эксплуатации конструкций;
- выявления фактических условий и особенностей эксплуатации конструкций.

Проверка соответствия конструкций проекту производится путем сравнения натуре с рабочими чертежами КМ и КМД.

При этом необходимо выполнить:

- натурные измерения основных геометрических параметров (пролетов и высот балок, ферм, шагов колонн и др.);
- измерения поперечных сечений рабочих элементов конструкций, измеряемых в двух-трех местах по длине элемента по предварительно зачищенной до блеска поверхности;
- измерения местоположения стыков, измерения сечений, ребер жесткости, соединительных элементов, связей, опорных частей и т. п.;
- сопоставление с проектом конструкций стыковых соединений, конструкций опорных частей, определяющих несущую способность (опорных столиков, опорных плит, анкерных болтов и т. п.).

Визуальному обследованию с целью выявления дефектов и повреждений подвергаются: колонны, стропильные и подстропильные фермы, прогоны, горизонтальные и вертикальные связи между фермами и колоннами, подкрановые пути, подкрановые балки с их тормозными конструкциями и другие конструкции.

В первую очередь при обследовании следует обращать внимание на дефекты, приводящие к снижению несущей

способности конструкций или к ненадежности и несовершенству общей пространственной схемы обследуемого здания или сооружения.

Дефекты и повреждения при обследовании металлоконструкций выявляются следующими методами:

Общие и местные деформации (прогибы, выгибы, искривления, выпучивания, погнутости, вмятины и т. п.) металлических конструкций в целом или отдельных элементов следует определять путем натяжения тонкой проволоки между концами конструкций или элемента и измерения максимального расстояния между проволокой и конструкцией или элементом.

При измерении местных деформаций (прогибов, вмятин и т. п.) допускается применять вместо проволоки металлическую линейку, прикладываемую к элементу конструкции.

Отклонение металлической конструкции в целом или отдельных ее элементов от вертикали следует выявлять с помощью отвеса и уровня с измерением максимального значения отклонения линейкой, рулеткой и т. п. или геодезической съемкой.

Отклонения металлических конструкций от проектного положения в плане необходимо определять, как правило, геодезической съемкой. Допускается определять смещение конструкции в плане с помощью проволоки, линейки, рулетки и т. п.

Ширину раскрытия трещин в металле следует определять с помощью градуированной лупы или мерительного микроскопа.

Обнаруженные отступления от проекта, дефекты и повреждения должны быть отражены в специальных ведомостях и схемах. Ведомости дефектов должны быть составлены по отдельным видам конструкции (фермы, колонны, балки и т. д.) с указанием местоположения дефекта (наименование стержня панели, расстояние до узла и т. п.). Ведомости должны содержать специальные схемы, дефекты должны быть детально описаны и зафиксированы с указанием размеров, характеризующих их.

Сварные швы должны удовлетворять комплексу требований на механическую прочность, пластичность, ударную вязкость, сопротивляемость образованию и распространению трещин.

Прочность сварного соединения зависит от длины и высоты шва, механических свойств и качества шва и основного металла. Сварные соединения должны иметь полный провар, хорошую сплошность наплавленного металла, должны обладать высокими механическими свойствами и быть равнопрочными с основным металлом.

Особое внимание при осмотре сварных швов и основного металла в околошовной зоне должно быть обращено на: места непосредственного воздействия динамических нагрузок (например, на верхние поясные швы подкрановых балок); концы угловых швов (например, в прикреплениях элементов решетчатых балок и ферм к фасонкам); места пересечений и изменения направления сварных швов; наличие прерывистых швов в сварных

балках, колоннах и других несущих конструкциях; трещины всех видов, направлений и размеров (признаками наличия трещин являются потеки ржавчины, выходящие на поверхность металла, шелушение краски и т. д.).

При осмотре сварных швов в первую очередь следует обращать внимание на дефекты, которые могут привести к возникновению хрупких трещин (поджоги основного металла в начале сварного шва и вдоль него, некачественное окончание сварного шва — появление кратеров, усадочных микротрещин и пр.), непрерывность сварных швов, а также на их размеры (катет и длину). При определении фактической длины сварного шва, закладываемой в последующий поверочный расчет, из общей его длины вычитается пропуски и по 20 мм на начало и конец сварного шва.

При выявлении трещин следует обращать особое внимание на следующие сварные соединения и узлы.

Наиболее отрицательное влияние оказывают трещины, расположенные по оси шва, и узкие глубокие непровары, так как на их острых краях может происходить резкое возрастание напряжений.

При работе конструкций на динамическую нагрузку совершенно недопустимо наличие как трещин, так и непроваров.

При статической нагрузке недопустимы любые трещины и непровары глубиной более 10—15 % толщины металла.

Особое место среди возможных дефектов в швах занимают очаги коррозии, возникающие при эксплуатации конструкций в химически активных средах.

Степень влияния дефектов и повреждений на прочность металлоконструкций зависит от формы дефектов, их глубины и расположения по отношению к направлению действующих усилий. Наиболее опасны дефекты, имеющие вытянутую форму и острые очертания. В сварных швах металлоконструкций могут быть допущены лишь неглубокие дефекты, не превышающие 5—10 % толщины соединяемых элементов.

Для элементов, работающих в условиях статических нагрузок, наиболее опасными является расположение дефектов перпендикулярно максимальному растягивающему усилию.

Наиболее тщательно необходимо осматривать места примыкания ребер, диафрагм, различных накладок, места с различной толщиной и формой швов, швы с технологическими дефектами (непровары, подрезы кромок, наплывы, поры, шлаковые включения, кратеры и т. п.).

Дефекты и повреждения сварных соединений выявляются следующими методами:

— внешние дефекты сварных соединений (поверхностные трещины, неполномерность швов, подрезы, прожоги и т. д.) — наружным осмотром. Перед осмотром сварной шов и прилегающий к нему металл очищаются от шлака и металлических брызг. Осмотр производится невооруженным глазом при хорошем освещении (в необходимых случаях применяется лупа). Обмер швов

осуществляется с помощью специальных шаблонов и измерительных инструментов.

— внутренние дефекты сварных швов (непровары, пористость, неметаллические включения, трещины и т. д.) — путем засверливания швов и травления мест засверливания. В отдельных случаях качество швов может проверяться с помощью рентгеновских лучей, ультразвука или магнитографического метода.

Перед осмотром металлические конструкции должны быть очищены от грязи и пыли. Места возможного наличия трещин должны быть очищены от коррозии и зачищены до металлического блеска.

Сварные швы должны быть очищены кроме того от краски и шлака с помощью металлических щеток. При очистке запрещается наносить по швам удары зубилом или молотком, оставляющие вмятины и зарубки на наплавленном и основном металле.

В сомнительных случаях соответствующий участок металла (участок сварного шва) необходимо зачистить наждачным кругом, напильником, шкуркой и протравить.

Наличие трудноразличимой трещины выявляется путем снятия тонкой стружки металла по направлению предполагаемой трещины. Раздвоение стружки подтверждает наличие трещины в данном месте.

Для выборочного исследования отдельных швов сомнительного качества применяется микроанализ шлифованного и травленного сечения шва.

Качество отдельных швов можно определить путем высверливания лунок электросверлом с протравкой 10—12 %-ным водным раствором двойной соли хлорной меди и аммония. После травления наплавленный металл темнеет, а непровары, шлак и другие дефекты становятся видимыми. По окончании работ лунки заваривают.

Выявление внешних дефектов заклепочных и болтовых соединений производится путем их наружного осмотра с использованием мерительных инструментов и шаблонов. Неплотная затяжка болтов, дрожание и подвижность заклепок, неплотное заполнение отверстий телом заклепки должны устанавливаться путем простукивания молотком массой 300—400 г с прикладыванием с противоположной стороны пальца, касающегося одновременно головки болта, гайки или головки заклепки и соединяемого элемента.

Неплотности соединения элементов в пакете и неплотности прилегания головок к склепываемому пакету контролируются щупом толщиной 0,2 мм.

Наиболее опасные дефекты заклепочных соединений, подлежащих устранению:

- неплотное прижатие головки заклепок к склепываемому пакету по всему контуру или на части его;
- трещиноватость головки заклепки;
- недостаточная или излишняя длина стержня заклепки;
- несовпадение отверстий в элементах склепывания пакета;
- неправильное центрирование головок заклепок при клепке;

— коррозия заклепки.

Наиболее опасные дефекты болтовых соединений, подлежащих устранению:

- наличие отверстий, не заполненных болтами;
- отсутствие шайб под гайками и в необходимых случаях контргаек;
- наличие недостаточно затянутых болтов;
- смещение осей болтов от проектного положения.

Степень поражения металла коррозией определяется установлением вида коррозии: общая (равномерная) и местная (язвенная, питтинговая), щелевая, а также изменениями размеров коррозионных повреждений. При равномерной коррозии степень поражения металла определяется путем сравнения измерений поперечных сечений с сечением элемента, предусмотренным проектом.

При местной коррозии определяются диаметр и глубина язв или питтингов и их количество на единицу поверхности.

Для определения размеров коррозионных повреждений элементы металлических конструкций необходимо предварительно тщательно очистить от загрязнений, старой краски и продуктов коррозии до металлического блеска.

Толщина элемента, ослабленного коррозией, измеряется микрометром или штангенциркулем не менее чем в трех точках.

При невозможности измерения толщины с двух сторон применяются ультразвуковые толщинометры (УТ-93П, Кравц 15) либо высверливается отверстие, через которое производится промер. Минимальная из измеренных толщин элемента принимается за расчетную.

Повреждения антикоррозионных защитных покрытий должны устанавливаться визуальным осмотром.

Качество стали является одним из главных факторов, определяющих способность элементов конструкции противостоять разрушению, и зависит от марки и технологии изготовления.

Оценка качества металла производится в соответствии с действующими стандартами и СНиП, на основании сертификатов, дополнительных испытаний и анализов, определяющих свойства стали.

Стружка для химического анализа отбирается по всей толщине проката и по возможности равномерно по всему поперечному сечению элемента в количестве не менее 50г (от одного элемента). При невозможности взять стружку по всему поперечному сечению элемента допускается отбор стружки сверлением на всю толщину проката в средней трети ширины элемента или полки профиля.

Перед отбором стружки поверхность элемента в месте взятия пробы должна быть очищена от окалины, краски, грязи, ржавчины, масла и влаги (до металлического блеска).

На отобранные заготовки должны наноситься клейма керном или краской; стружка должна быть упакована и замаркирована. На отобранные заготовки и стружку составляется ведомость с указанием элемента, профиля, места вырезки, клейма.

При анализе случаев разрушения металлоконструкций, кроме того, выявляется распределение сернистых включений способом отпечатка по Бауману и определяется микроструктура стали.

Пробы стали для испытаний отбираются из партии элементов. К одной партии относится не более 30 элементов одного типоразмера проката (лист, уголок и пр.), одной марки стали, входящих в состав однотипных конструкций одной поставки или одного периода изготовления.

При вырезке заготовок кислородным пламенем припуск на механическую обработку следует давать не менее одной толщины проката, но не менее 20мм.

Места отбора проб должны располагаться на наименее напряженных участках элементов.

Все образцы для механических испытаний вырезаются из сортового и фасованного проката — вдоль направления проката, а из листового и широкополосного — поперек направления проката.

Места отбора проб следует назначать вдали от мест с концентраторами напряжений, а последующее усиление этих мест следует производить с примыканием элементов усиления к основному металлу внахлест (примыкание их встык должно быть исключено).

Качество стали оценивается по результатам комплексных испытаний с учетом зависимости между химическим составом и механическими свойствами.

Степень опасности дефектов и повреждений, таких, как отклонения металлических конструкций от проектного положения, деформации отдельных элементов, а также потери площади сечения элементов и соединений в результате коррозии, механического износа, наличия надразов и вырезов и т. п., должна устанавливаться на основе поверочных расчетов в соответствии с требованиями действующих нормативно-технических документов.

При обнаружении факторов, приводящих к перераспределению усилий в конструкциях (неравномерная осадка опор жесткой рамы, изменение способа заделки опорных узлов фермы или балки, изменение схемы решетки сквозных конструкций, образование дополнительной опоры после усиления конструкции и т. п.), всю систему необходимо пересчитать на перераспределение усилий от фактической деформации или по фактической схеме.

При наличии в технической документации на обследуемые конструкции расчетов, выполненных проектными организациями, проведение поверочных расчетов необязательно, если состояние конкретных конструкций не требует введения в расчеты соответствующих коррективов и дополнений.

Оценку прочности элементов, ослабленных вырезкой кромок, коррозией, отверстиями и т. п., следует производить расчетом с учетом этих ослаблений.

При расчете конструкции, выполненной из разных материалов, например, в стальной ферме при испытании различных ее элементов получены характеристики сталей

марок Ст235 и Ст325), следует принимать не средние значения механических характеристик, а наименьшие. В общем случае всегда рекомендуется при отсутствии до-

стоверных данных о материале конструкции в поверочных расчетах принимать характеристики материалов с минимальными значениями.

Литература:

1. Пособие по контролю состояния строительных металлических конструкций зданий и сооружений в агрессивных средах, проведению обследований и проектированию восстановления защиты конструкций от коррозии (к СНиП 2.03.11–85). — М.: Стройиздат, 1989.
2. ГОСТ 1497–84. Металлы. Методы испытания на растяжение.
3. ГОСТ 7564–97. Сталь. Общие правила отбора проб, заготовок и образцов для механических и технологических испытаний.
4. ГОСТ 3242–79. Соединения сварные. Методы контроля качества.
5. Типовая инструкция по технической эксплуатации производственных зданий и сооружений энергопредприятий. Часть 1. Организация эксплуатации зданий и сооружений: РД 34.21.521–91. — М.: СПО ОРГРЭС, 1992.

Особенности масла из тыквы сорта «Атлант», выращенной в Хорезмской области

Курамбаев Шерзод Раимбергенович, кандидат технических наук, доцент;

Байжанов Нодир Илхомович, магистрант;

Собирова Райхон Худайберган кизи, магистрант;

Шеров Муродбек Абдукаримович, магистрант

Ургенчский государственный университет имени Аль-Хорезми (Узбекистан)

В этой статье описаны особенности показателей тыквы сорта «Атлант».

Ключевые слова: растительное масло, пищевое производство, токоферол, фосфолипиды, физико-химические свойства.

In this article are given specific features of «Atlant» grade pumpkin seed oil.

В этом году фермерские хозяйства Республики Узбекистан вырастили много тонн тыквы. Тыкву перерабатывают и получают тыквенное пюре и соки. А семена тыквы являются масличным сырьем, потому что в них масличность колеблется в интервале от 35–40% в зависимости от сорта. Наши исследования посвящены изучению химического состава семян тыквы и возможности их переработки с целью использования в пищевом производстве. В производстве тыквенного масла природные ингибиторы окисления (токоферолы и фосфолипиды) переходят в масло в необходимых количествах только на определенных стадиях технологического процесса, т. е. после начала окисления масла. Эта особенность защиты масла приводит к тому, что на завершающей стадии переработки семян тыквы скорость распада первичных продуктов окисления (гидроперекиси) с образованием вторичных термостабильных продуктов окисления значительно превосходят скорость их образования. Свежеприготовленные порции масла при небольших перекисных числах имеют повышенное содержание эпокисей, оксикислот, обладающих токсичными свойствами и влияющих на качество масла при хранении [1,2]. При добыче масла в жестких температурных режимах отжима или семян

тыквы, которые долго хранились в складах, получают некачественные масла. Поэтому важным фактором при производстве масла является регулирование режимов добычи. Ингибиторы окисления содержатся в достаточных количествах уже на первой стадии процесса, когда мякоть подвергается действию тепла и кислорода воздуха и защищает от окисления не только глицериды, но и жирорастворимые витамины, в частности каротиноиды и другие полезные вещества, которые раньше глицеридов вступают во взаимодействие с кислородом. При переработке семян тыквы большое влияние на выход масла и содержание в нем биологически активных веществ оказывает режим их сушки. Увеличение интенсивности сушки приводит к повышению содержания биологически активных веществ масла, а также к разрушению комплекса связанных липидов (трудно извлекаемых при переработке). После выделения семян тыквы из плода влажность их составляет 42–52%. Совместное действие температуры влажности и ферментов семян вызывает глубокую порчу масла — гидролиз, который протекает очень быстро. Характеристикой данного процесса служит количество свободных жирных кислот, которые имеют наибольшую скорость окисления по сравнению с глицеридами. В связи с

этим, в работах была сделана попытка разработки новой технологии производства тыквенного масла. [3].

Семена тыквы сортов «Атлант» рассматривались как биологически живой объект, в котором проявляются все обменные процессы, свойственные любому живому организму, однако с более выраженными заторможенными обменными процессами и высокой консервативностью жизненно важных систем. В наших опытах мы взяли семена тыквенных сортов «Атлант», выращенных в условиях Республики Узбекистан Хорезмской области. Методику исследования мы проводили как в работе В.Р. Давыдовой, так и Т.А. Выхованец [3]. По этой методике семена обрабатываются в два этапа. На первом этапе влажность семян снижали до 20–21 %. На втором этапе сушку семян осуществляли в жестком режиме. Следствием такой обработки явилось повышение уровня токоферолов в семенах тыквы на 54 %. В результате данной технологии переработки семян тыквы выход масла составил: при темпера-

туре сушки семян 60°C — 43 %; при температуре 80°C — 46 %, что на 4–5 % больше по сравнению с другими технологиями.

Изучение физико-химических свойств масла, полученного по данной технологии, показало соответствующее значительное увеличение триглицерида линолевой кислоты на 12–20 %, токоферолов — в 1,1–1,5 раза, каротиноидов — в 2,1 раза, стеаринов — на 30,2 % по сравнению с известными технологиями [2].

Тыквенное масло в последнее время используют в качестве растительного масла, несмотря на его большую стоимость по сравнению с другими растительными маслами. Поэтому становятся актуальными вопросы сравнительной оценки профилактического действия традиционно используемых растительных масел — подсолнечного — с тыквенным, полученным по предлагаемой технологии. Если рассмотреть данные, приведенные в таблице, то тыквенное и подсолнечное масла относятся к линолевой группе масел.

Таблица 1. Жирокислотный состав масел подсолнечника и тыквы

| Растительные масла | Миристиновая % | Пальмитиновая % | Пальмитолеиновая % | Стеариновая % | Олеиновая % | Линолевая % | Линоленовая % |
|----------------------|----------------|-----------------|--------------------|---------------|-------------|-------------|---------------|
| Семена подсолнечника | 1,31 | 16,45 | 1,0 | 12,14 | 22,1 | 47–59,8 | — |
| Семена тыквы | 0,51 | 12,6 | 0,11 | 11,4 | 11,3 | 63,84 | 0,24 |

Линолевая кислота, во избежание указанных негативных явлений, должна быть в роли минорного компонента по сравнению с другими ненасыщенными кислотами — линоленовой и олеиновой. Кроме того, тыквенное масло, полученное из семян тыквы сортов «Атлант», выращенных в Хорезмской области, отличается высоким со-

держанием полиненасыщенных жирных кислот, таких как линолевая 63,84 % и линоленовая — 0,24 %.

Таким образом, проведенный научно-технический анализ подтверждает, что семена тыквы являются ценным сырьем для получения деликатесного масла.

Литература:

1. Щербаков, В.Г. Биохимия масленичных семян. — М., 1997.
2. Каренгина, Т.В. Совершенствование технологии переработки семян тыквы и фармакологические свойства продуктов переработки: Автореф. дисс. канд. биол. наук. — Волгоград, 1999. 3. Давыдова В. Р., Выхованец Т. А. Биологическая ценность тыквенного масла, особенности технологии производства. Modern problems and ways of their solution in science, transport, production and education. 2012 world — 18–27 December 2012.

Сканирующие методы получения отпечатков пальцев

Ларина Елизавета Андреевна, студент;
Глушко Андрей Александрович, кандидат технических наук, доцент
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

В работе рассмотрены основные сканирующие методы получения отпечатков пальцев для их дальнейшей обработки, которые позволяют с помощью физических явлений, заложенных в принципе их функционирования получать изображение отпечатка пальца для дальнейшей обработки. Детально рассмотрены особенности строения кожной поверхности ладони человека и основные признаки, позволяющие типизировать папиллярные узоры пальцев. Выделены недостатки и особенности применения оптической, полупроводниковой и ультразвуковых методик сканирования. Даны рекомендации по применению оптических, полупроводниковых и ультразвуковых методов получения отпечатков пальцев.

Ключевые слова: отпечатки пальцев, распознавание, сканирующие методы, нейронные сети

Scanning methods for obtaining fingerprints

Larina Elizaveta Andreevna, bachelor;
Glushko Andrei Alexandrovich, candidate of technical sciences, associate professor
Moscow State Technical University named after Nikolai Ernestovich Bauman, Russia, Moscow

The paper discusses the basic scanning methods of obtaining fingerprints for further processing, which allows using the physical phenomena inherent in the principle of their operation to obtain the fingerprint image for further processing. In detail the features of the skin surface of the structure of human hands and the main features that enable typed fingerprint fingers. Obtained flaws and peculiarities of application of optical, semiconductor and ultrasound scanning techniques. Recommendations on the use of optical, semiconductor and ultrasound methods for obtaining fingerprints.

Keywords: fingerprint recognition, scanning techniques, neural networks

Известно множество способов защиты как информации, так и физических объектов, которые применяются в зависимости от необходимого уровня безопасности для конкретного объекта [1–6].

Одними из таких способов защиты являются биометрические системы [7–10], а точнее системы идентификации по отпечаткам пальцев. Такие системы приобрели широкое распространение и в дальнейшем имеют хорошие перспективы развития за счёт своей адаптивности.

Внедрение биометрических технологий и, в частности распознавания отпечатков пальцев, значительно усиливает степень защиты объекта, а также заметно увеличивает качество идентификации за счёт исключения необходимости в специальной карте, пропуске, ключе, нужен только уникальный отпечаток, который невозможно забыть или потерять.

Системы основанные на дактилоскопии сравнивают полученный отпечаток памяти с другими отпечатками, которые хранятся в базах системы или же с отпечатком конкретного человека, способ сравнения также зависит от сферы применения данной технологии [7–10].

Впервые к отпечаткам пальцев обратились в 1877 году, когда англичанин Уильям Гершель выдвинул гипотезу об уникальности и неизменности папиллярного рисунка на ладонях человека [11]. Первые упоминания об использовании методов дактилоскопии для опознания преступника

относятся к 1902 году в Великобритании. Существуют свидетельства, что дактилоскопия интересовала людей задолго до 1877 года, в качестве примера можно привести хиромантию (древний вид гадания по папиллярным и флексорным линиям ладони человека).

Таким образом, исторически сложилось, что на начальном этапе наибольшее применение дактилоскопия и отпечатки пальцев нашли именно в криминалистике, и до сих пор являются актуальными, однако уже в более широких масштабах.

С развитием технологий и возможностей по анализу и считыванию биометрических данных, биометрические системы получили большое применение в различных сферах деятельности человека, которые представлены на рисунке 1.

Популярность биометрических технологий обусловлена сложностью и широким спектром методологий как получения так и обработки отпечатков пальцев. Однако с ростом количества методик и видов сканирования отпечатков пальцев становится затруднительно выявить самый наилучший метод для конкретного применения технологий. Стоит отметить, что при выборе той или иной методики, необходимо руководствоваться следующими характеристиками:

— степень загрязнённости окружающей среды, в которой будет находиться сканер;

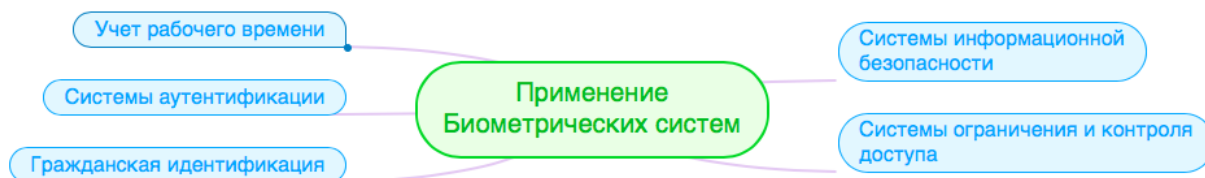


Рис. 1. Классификация областей применения биометрических систем

- уровень влажности окружающей среды;
- частота использования сканера (чем больше поток пользователей, тем больше износ сканера);
- точность;
- габариты;
- финансовые затраты (установка, дальнейшее обслуживание).

Используя предложенную в работе классификацию основных признаков отпечатков пальцев возможно выбрать способ обработки биометрической информации наиболее эффективно.

В данной работе рассмотрены основные сенсорные методы получения отпечатков, такие как оптические, полупроводниковые и ультразвуковые технологии. Подробно проанализированы методики их функционирования, а также проведено их сравнение и выявление наилучших и перспективных для конкретных сфер деятельности. Пред-

ложен структурированный подход к выбору метода получения отпечатка пальцев, в зависимости от принципа функционирования, особенностей применения, а также особенностей условий, благоприятных для корректного действия.

1. Анализ признаков отпечатков пальцев

Для обеспечения высоких качественных характеристик получения отпечатков пальцев необходимо систематизировать и обобщить значимую информацию, оценить характерные черты и признаки у кожного покрова ладоней человека.

Рассмотрим особенности кожного покрова человека, который содержит три основных слоя представленных на рисунке 2:

- эпидермис;

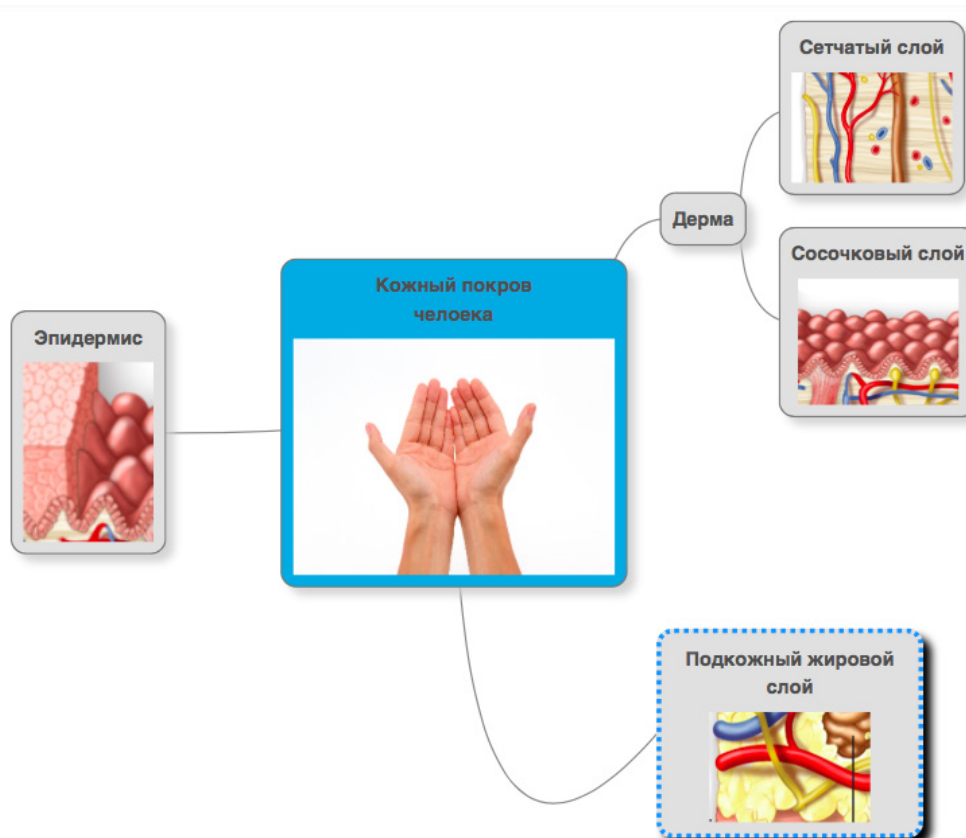


Рис. 2. Структура кожного покрова

- дерму;
- подкожную жировую клетчатку.

Второй слой дерма, т. е. непосредственно кожа, которая в свою очередь состоит из плотной ткани — сетчатого слоя и сосочкового слоя, который представляет собой множество возвышений (сосочков), расположенных парами и образующих линейные ряды, разделяемых борозд-

ками. Первый слой, эпидермис точно повторяет рельеф сосочкового слоя кожи, образуя папиллярные линии, которые разделены между собой углублениями. Потоки папиллярных линий и углублений образуют уникальные рельефы различной формы и сложности, которые называются папиллярными узорами, пример папиллярного узора показан на рисунке 3.



Рис. 3. Папиллярный узор отпечатка пальца [7]

Папиллярные узоры обладают свойствами, которые позволяют их успешно использовать в различных задачах идентификации, представленной на рисунке 4

- уникальность;
- восстанавливаемость;
- неизменяемость;
- классифицируемость.

В отпечатках пальца можно выделить два типа признаков локальные и глобальные.

Локальные признаки — это признаки не различимые без специальной аппаратуры, однако определяющие уникальность отпечатка пальца.

Глобальные признаки — это признаки, которые можно увидеть без использования специальной аппаратуры.

Таблица 1. Признаки отпечатков пальцев

| Тип признака | Название | Описание | Назначение |
|--------------|----------------|--|---|
| Глобальные | | Визуально различимые особенности папиллярного рисунка ладони. | Формируют первоначальный образ отпечатка, позволяют типизировать строение отпечатка |
| | Область образа | Выделенный фрагмент отпечатка, в котором локализованы все глобальные признаки | |
| | Ядро | Пункт, локализованный в центре отпечатка | |
| | Пункт «дельта» | Точка начала, т. е. место, где бороздки папиллярной линии могут разделяться или соединяться | |
| | Тип линии | Две наибольшие линии, которые в начале идут параллельно, а затем отделяются и огибают всю область образа | |
| | Число линий | Количество линий на области образа, или количество линий между ядром и пунктом «дельта». | |
| Локальные | | Неразличимые без специального оборудования изменения структуры папиллярного узора | Микро-узор, определяющий уникальность отпечатка пальца |
| | Минуции | Изменения структуры в виде разрывов, раздвоений и других изменений формы | |

Таким образом анализ отпечатков пальцев и особенности строения отпечатка позволяет судить о сложности и уникальности строения кожного покрова ладони, по-

зволяет обеспечивать высокую точность идентификации и степень защиты, посредством сенсорных методов получения отпечатка.

2. Анализ методов получения отпечатков

2.1 Общие положения

Для обработки отпечатка пальцев и функционирования биометрической системы необходимо получить электронную версию биометрического объекта, например отпечатка, в которой будет хорошо различим папиллярный узор. Без сомнения, это сложный процесс, в связи с реальными размерами отпечатка пальца и сложности его структуры.

Для решения данной задачи используются сканеры отпечатков пальцев, которые можно разделить между собой на типы по физическим явлениям, заложенным в принципе их функционирования:

- оптические сканеры;
- полупроводниковые сканеры;
- ультразвуковые сканеры.

Данные сканеры могут представлять собой законченные устройства или же являться частью компьютерной системы, например сканер может быть встроен в компьютерную мышь, телефон, клавиатуру, систему безопасности, сейф, терминал и т. д. Рассмотрим подробнее каждый из методов сканирования отпечатков пальцев.

2.2 Метод оптического сканирования

Оптические технологии сканирования основаны на оптических методах получения изображения.

Первый вид оптического сканирования — FTIR-сканирование (Frustrated Total Internal Reflection — нарушенное полное внутреннее отражение) — основано на эффекте полного внутреннего отражения. Для понимания функционирования данного вида сканирования рассмотрим этот эффект подробнее.

Световой луч при прохождении от источника света к границе двух различных сред делится на две части. Одна часть отражается от границы разделения, а другая проходит через границу в другую среду. Доля отражённой энергии зависит от угла падения света на границу раздела двух сред. Начиная с определённой величины угла падения света, свет перестаёт переходить через границу в другую среду, а отражается полностью, данное явление называется полным отражением света. Данное явление показано на рисунке 2.1а. Однако при соприкосновении более плотной среды (в нашем случае кожной поверхности пальца) с менее плотной средой (поверхность призмы) в точке полного внутреннего отражения пучок света проходит через границу раздела двух сред. В итоге, от границы раздела отразятся только те лучи света, которые попали в такие точки полного внутреннего отражения, в которых не было контакта с папиллярным узором пальца. Т. е. как показано на рисунке 2 свет отразится только от участков, где находятся бороздки (углубления) папиллярного узора пальца, таким образом и получается нарушенное полное внутреннее отражение. Получившуюся таким образом световую картинку пальца захватывают с помощью специальной камеры [8].

Среди производителей сенсоров на основе данного метода такие компании как Identix, BioLink, Digital Persona [9].

Следующий вид оптического сканирования — электрооптическое сканирование. Электрооптическое сканирование основано на использовании специального электрооптического полимера, в составе которого есть светоизлучающий слой. Посредством этого слоя, полимер высвечивает поверхность пальца и получившаяся картина пальца захватывается камерой.



Рис. 2. Принцип работы FTIR-сканера: полное внутреннее отражение, нарушенное внутреннее отражение

Рассмотрим третий метод оптического сканирования — бесконтактное оптическое сканирование [7]. Данный метод основан на сканировании без контакта с поверхностью устройства. Как показано на рисунке 3 палец прикладывается к отверстию в сканере, в котором несколько

источников света, под разным углом снизу подсвечивают палец. В центре расположена линза, через которую собранная информация проецируется на камеру, фиксирующую изображение отпечатка.

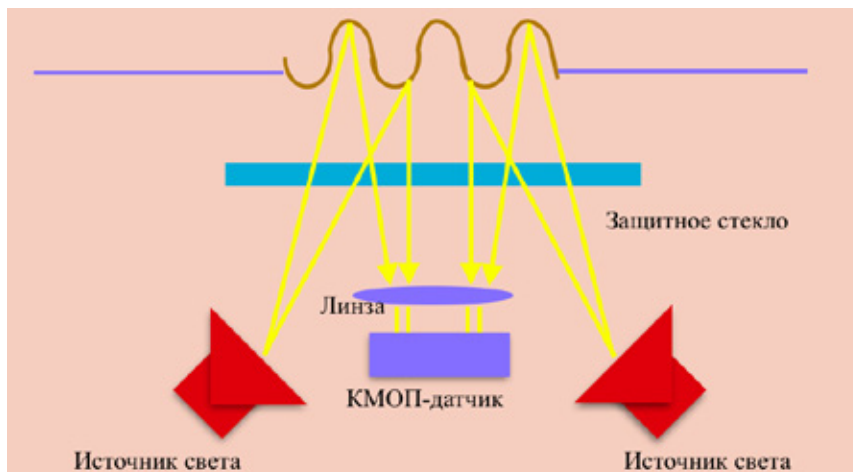


Рис. 3. Методика бесконтактного сканирования отпечатка пальца

Стоит отметить недостатки оптических методов сканирования:

- высокая стоимость сканера как следствие высокой степени компоновки и сложности оптических систем, однако у некоторых производителей уже появляются бескорпусные сенсоры с невысокой стоимостью;
- неустойчивость к муляжам;
- чувствительность к загрязнениям (не относится к бесконтактному методу).

Из недостатков можно сделать вывод, что оптические сканеры отпечатков пальцев не стоит использовать в помещениях, где присутствуют различные загрязнения, в том числе пыль и высокий уровень влажности. Они скорее подойдут для использования в офисах или других относительно чистых помещениях.

2.3 Метод полупроводникового сканирования

Функционирование полупроводниковых сканеров основано на получении изображения отпечатка пальцев на базе свойств полупроводников, которые изменяются в местах контакта папиллярных линий с поверхностью сканера и не изменяются в углублениях из-за отсутствия контакта. Существует несколько технологий основанных на данных свойствах [7].

Ёмкостное сканирование (capacitive scanning) — технология, основанная на изменении ёмкости рп-перехода в зонах контакта папиллярных линий с элементами полупроводниковой матрицы. Как показано на рисунке 4 в месте контакта пальца к сенсору, между чувствительным элементом и выступом-впадиной папиллярного узора возникает некоторая ёмкость, определяемая расстояниями

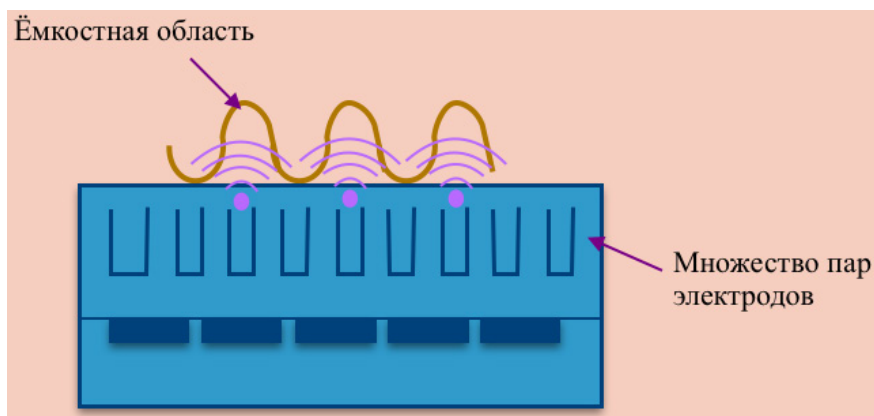


Рис. 4. Методика ёмкостного сканирования отпечатка пальца

от поверхности пальца до чувствительного элемента. Матрица этих ёмкостей в дальнейшем будет преобразована в изображение отпечатка пальца.

Стоит отметить, что ёмкостная технология — самая распространённая полупроводниковая технология, используемая в наши дни.

Ведущие производители сканеров данного типа: Infineon, ST-Microelectronics, Veridicom.

Сканирование по уровню давления (pressure scanning) — метод основан на общей идее все полупроводниковых сканеров, однако здесь, матрица построена на пьезоэлементах. В данной технологии при контакте пальца с поверхностью сканера, выступы папиллярного узора (папиллярные линии) оказывают давление на чувствительные элементы поверхности сканера, а впадины в свою очередь никакого давления не оказывают. Напряжения с матрицы пьезо-элементов преобразуется в изо-

бражение отпечатка пальца.

Производителем сканеров с пьезо-элементами является компания BMF [10].

Тепловое-сканирование (thermal scanning) — данный метод основан на матрице, состоящей из пиро-элементов, которые фиксируют разницу температур и преобразовывают её в напряжение. При контакте поверхности пальца с поверхностью сканера фиксируется температура выступов папиллярного узора и температура воздуха в впадинах, на основе чего составляется температурная карта, которая в дальнейшем будет преобразована в изображение отпечатка пальца.

Производителем тепловых сканеров является компания Atmel [10]. На рисунке 5 показана матрица, представляющая собой множество измерений поверхности пальца, которая в дальнейшем будет преобразована в изображение отпечатка пальца.

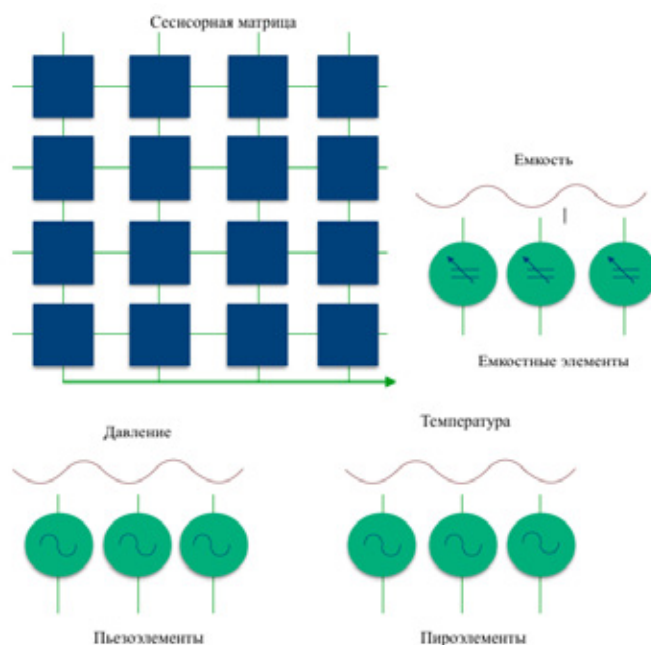


Рис. 5. Матрица сенсорных полупроводниковых систем

Таким образом можно сделать вывод об общем принципе устройства описанных технологий. Для сбора данных используется матрица чувствительных элементов, какие это будут чувствительные элементы зависит от выбранной технологии. А для дальнейшей обработки собранных данных используется преобразователь аналоговых сигналов в цифровые [8].

Недостатки полупроводниковых сканеров отпечатка пальца:

- меньшая разрешающая способность получаемого изображения;
- высокая степень изнашиваемости, за счет непосредственного контакта с полупроводниковой поверхности, при добавлении дополнительных промежуточных слоев искажаются считываемые данные;

— чувствительность к внешним электрическим полям.

Из недостатков полупроводниковой технологии сканирования стоит отметить, что использование данных сканеров в системах учёта рабочего времени и идентификации, где большой поток людей и постоянный износ не рекомендуется, однако низкая стоимость таких устройств вполне может компенсировать его короткий срок эксплуатации. Предположим, что наиболее благоприятным будет использование таких устройств в системах ограниченного доступа с небольшим потоком пользователей.

2.4 Методы ультразвукового сканирования

Данный метод представлен всего лишь одной технологией ультразвукового сканирования. Технология основана на сканировании поверхности пальца ультразвуковыми волнами и анализе расстояния между источником УЗ-

волны и углублениями и выступами поверхности пальца по отражённому от них эху [4].

На рисунке 6 показана схема работы ультразвукового сканера.

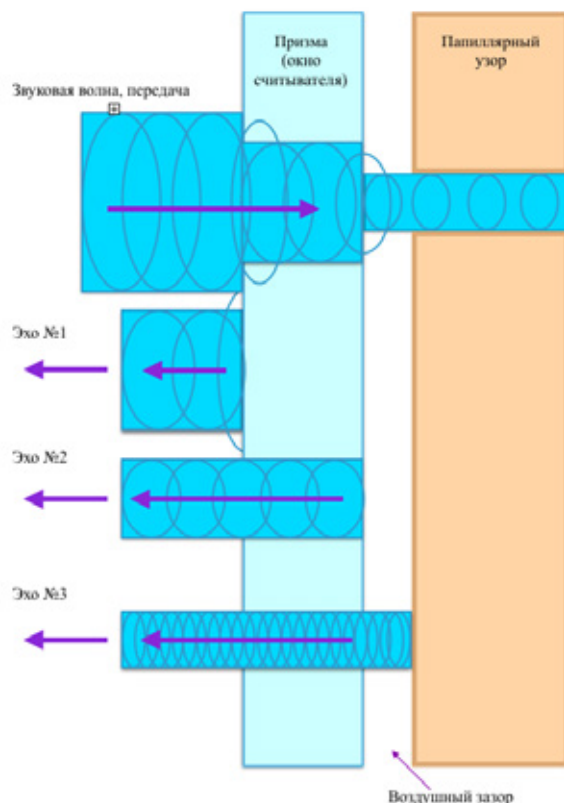


Рис. 6. Методика ультразвукового сканирования

Качество изображения, которое мы получаем в результате превышает в 10 раз результат работы любого другого полупроводникового или оптического сканера [7].

Также степень защиты от муляжей здесь практически абсолютная, потому что данная технология позволяет получить не только изображение отпечатка пальцев, но и сведения о состоянии, например пульс внутри пальца.

Ведущий производитель сканеров данного типа Ultra-Scan Corporation (UCS).

Недостатки данного метода:

- высокая стоимость реализации;
- большие размеры относительно размеров устройств, полученных полупроводниковой и оптической методиками.

Можно сказать, что ультразвуковая технология сочетает в себе достоинства предыдущих двух методик [2]. Поэтому

вопрос использования устройств, основанных на ультразвуковом сканировании необходимо решать относительно рациональности соотношения «требуемое качество — цена», т. к. если такое качество изображения не нужно, то можно выбрать другую сканирующую технологию.

3. Применение методов получения отпечатков пальцев

После анализа принципов функционирования каждого метода, а также выявления их достоинств и недостатков для более структурированного представления и дальнейшей возможности формирования рекомендаций по применению каждого из методов составим сравнительную таблицу методов получения отпечатков пальцев (таблица 2).

Таблица 2. Сравнение методов получения отпечатков пальцев

| Параметр | Оптическое сканирование | П/П сканирование | УЗ сканирование |
|---------------------------------|-------------------------|---------------------|-----------------|
| Габариты | 50х30х20мм | 30х20х20мм | 60х40х20 |
| Стоимость реализации | Высокая | Низкая | Высокая |
| Разрешение изображения | 600 dpi | 500 dpi | 2400 dpi |
| Долговечность | Медленный износ | Быстро изнашивается | Медленный износ |
| Чувствительность к муляжам | Нет | Да | Да |
| Чувствительность к загрязнениям | Да | Нет | Нет |

Таблица 3.1 позволяет наиболее наглядно оценить общие характеристики технологий методик сканирования, однако внимательно изучив данные таблицы достаточно сложно выделить методику, которая бы обладала только достоинствами или же наоборот, выделить наименее вы-

годную для применения методику. Все дело в том, что при выборе сканера необходимо руководствоваться критериями, которые являются наиболее преобладающими именно в конкретном случае. На рисунке 7 представлены области применения сканеров разных типов.

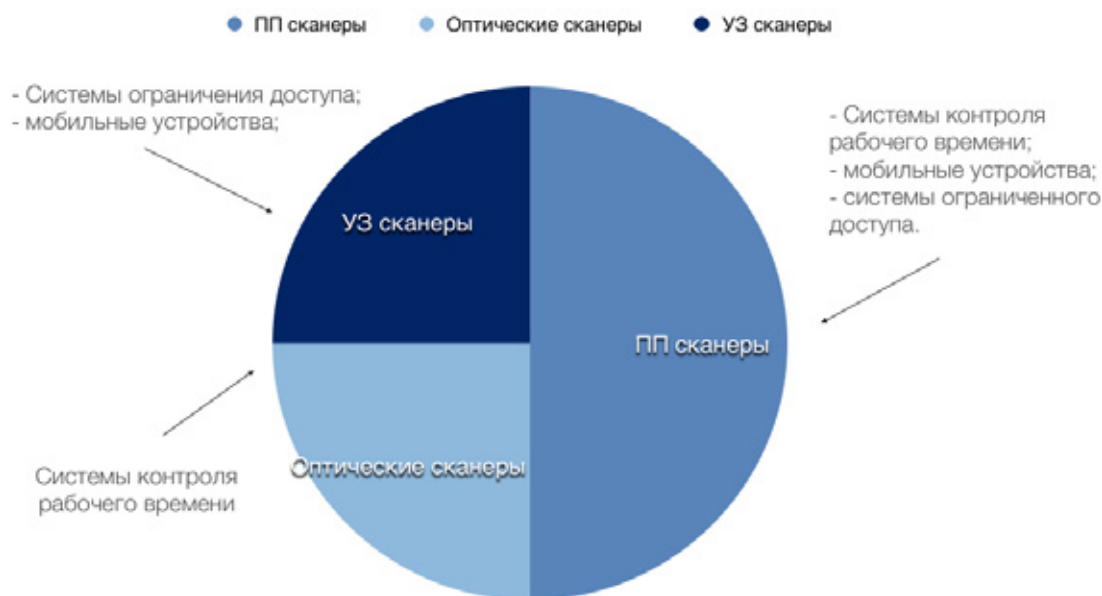


Рис. 7. Сферы применения сканеров разных типов

Так оптические сканеры найдут свое применение в условиях, исключающих высокий уровень влажности, а также высокую степень загрязненности помещения. Также стоит отметить, что оптические сканеры не рекомендуется применять на объектах, требующих высокую степень безопасности, в связи с отсутствием способности этих сканеров различать муляжи.

Полупроводниковые сканеры ввиду своим размерам и функциональности в плане чувствительности к муляжам, а также низкой стоимости может широко использоваться (и уже используется) в различных видах мобильных устройств, а также на объектах, требующих достаточной высокой степени защиты. Однако в связи с высокой степенью изнашиваемости данный вид сканеров может нуждаться в дополнительном обслуживании при высокой мере использования. Так же стоит отметить, что маленькое разрешение изображения может не удовлетворять требованиям высокой степени защиты на отдельных объектах.

Ультразвуковые сканеры — это отличное решение для систем с высокими требованиями по безопасности, которые они свободно могут обеспечить благодаря большому разрешению получаемого изображения отпечатка, чувствительности к муляжам и большому жизненному циклу, а также не чувствительности к загрязнениям, которая характерно отражается на сохранении точности при функционировании сканера. Стоит отметить, что не смотря на высокую стоимость данные сканеры также начинают использоваться в различных мобильных устройствах и, вероятно, что стоимость данных сканеров с ростом

их применения и конкуренции в дальнейшем значительно уменьшится.

Выводы

В работе проанализированы основные сканирующие методы получения отпечатков пальцев и принцип их функционирования. Были выявлены сильные слабые стороны каждого метода в таблице 2. Даны рекомендации относительно сфер использования рисунок 7.

Оптические сканеры отпечатков пальцев не стоит использовать в помещениях, где присутствуют различные загрязнения, в том числе пыль и высокий уровень влажности. Они скорее подойдут для использования в офисах или других относительно чистых помещениях.

В связи с повышенной изнашиваемости устройств полупроводникового сканирования наиболее благоприятным будет использование таких устройств в системах ограниченного доступа с небольшим потоком пользователей.

Ультразвуковая методика отвечает все показателям качества и точности сканирования, однако имеет высокую стоимость, в связи с чем можно сказать, что она может быть использована в любой сфере, однако следует учитывать высокую стоимость данных систем, а следовательно рациональность её использования.

Стоит отметить, что методы сканирования крайне стремительно развиваются, причём не только увеличивается количество методов реализации сканеров, как в случае с возникновением ультразвуковой методики, но и совер-

шенствуются уже существующие методы. Так со временем практически везде решены проблемы муляжей, кроме случая ультразвуковой технологии, поскольку данной проблемы у неё и не было, а также габаритов, это касается оптических сканеров.

Учитывая тенденции развития, можно смело предположить, что со временем стоимостной недостаток ультразвуковой технологии будет решён, а также появятся новые сферы использования систем сканирования отпечатков пальцев.

Литература:

1. Балухто, А. Н., Булаев В. И., Бурый Е. В. и др. Нейрокомпьютеры в системах обработки. Под ред. Редакторы: Галушкин А. И., Гуляев Ю. В. — М.: Издательство «Радиотехника». 2003. 192 с. Сер. Библиотека журнала «Нейрокомпьютеры: разработка, применение». Том 7.
2. Шахнов, В. А., Власов А. И., Поляков Ю. А., Кузнецов А. С. Нейрокомпьютеры: архитектура и схемотехника — Москва, Изд-во Машиностроение. 2000. Том 9. Сер. Приложение к журналу «Информационные технологии». 24 с.
3. Горелов, Д. В., Власов А. И. Современные системы распознавания регистрационных знаков транспортных средств // Будущее машиностроения России. Сборник докладов Восьмой Всероссийской конференции молодых ученых и специалистов. 2015. с. 389–394.
4. Демин, А. А. Методы автоматизированной оценки каллиграфии // Программные продукты и системы. 2011. № 1. с. 5.
5. Пакилев, А. Е. Методы обеспечения информационной безопасности в гетерогенных информационных сетях// Научные технологии и интеллектуальные системы в XXI веке. Сборник научных трудов молодежной научно-технической конференции. 2000. с. 106–114.
6. Сельвесюк, Н. И., Островский А. С., Гладких А. А., Аристов Р. С. Объектно-ориентированное проектирование нейронной сети для автоматизации определения архитектуры вычислительной системы в задачах обеспечения информационной безопасности // Научный вестник Новосибирского государственного технического университета. 2016. № 1 (62). с. 133–145.
7. Макеев, С. С. БИОМЕТРИЯ? БИОМЕТРИЯ. БИОМЕТРИЯ! // Научные технологии и интеллектуальные системы в XXI веке. Сборник научных трудов молодежной научно-технической конференции. 2000. с. 102–105.
8. Ерош, И. Л., Сергеев М. Б., Соловьев Н. В. Обработка и распознавание изображений в системах превентивной безопасности: Учеб. пособие. — СПб., Изд-во СПбГУАП. 2005. 154 с.: ил.
9. М. Репин, Д. Машков, А. Сакулина Биометрическая аутентификация: проблемы будущего // Информационная безопасность. 2009. № 6. с. 41.
10. Задорожный, В. В Идентификация по отпечаткам пальцев // PC Magazine / Russian Edition. 2004. № 1. С. 5.
11. Herschel William J. The Origin of Finger-Printing. — Oxford University Press, 1916.
12. Демин, А. А., Карпунин А. А., Ганев Ю. М. Методы верификации и валидации сложных программных систем // Программные продукты и системы. 2014. № 108. с. 229–233.

МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

Международный научный журнал
Выходит еженедельно

№ 27 (131) / 2016

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор:

Ахметов И. Г.

Члены редакционной коллегии:

Ахметова М. Н.
Иванова Ю. В.
Каленский А. В.
Куташов В. А.
Лактионов К. С.
Сараева Н. М.
Абдрасилов Т. К.
Авдеюк О. А.
Айдаров О. Т.
Алиева Т. И.
Ахметова В. В.
Брезгин В. С.
Данилов О. Е.
Дёмин А. В.
Дядюн К. В.
Желнова К. В.
Жуйкова Т. П.
Жураев Х. О.
Игнатова М. А.
Калдыбай К. К.
Кенесов А. А.
Коварда В. В.
Комогорцев М. Г.
Котляров А. В.
Кузьмина В. М.
Курпаяниди К. И.
Кучерявенко С. А.
Лескова Е. В.
Макеева И. А.
Матвиенко Е. В.
Матроскина Т. В.
Матусевич М. С.
Мусаева У. А.
Насимов М. О.
Паридинова Б. Ж.
Прончев Г. Б.
Семахин А. М.
Сенцов А. Э.
Сенюшкин Н. С.
Титова Е. И.
Ткаченко И. Г.

Фозилов С. Ф.

Яхина А. С.

Ячинова С. Н.

Международный редакционный совет:

Айрян З. Г. (Армения)
Арошидзе П. Л. (Грузия)
Атаев З. В. (Россия)
Ахмеденов К. М. (Казахстан)
Бидова Б. Б. (Россия)
Борисов В. В. (Украина)
Велковска Г. Ц. (Болгария)
Гайич Т. (Сербия)
Данатаров А. (Туркменистан)
Данилов А. М. (Россия)
Демидов А. А. (Россия)
Досманбетова З. Р. (Казахстан)
Ешиев А. М. (Кыргызстан)
Жолдошев С. Т. (Кыргызстан)
Игисинов Н. С. (Казахстан)
Кадыров К. Б. (Узбекистан)
Кайгородов И. Б. (Бразилия)
Каленский А. В. (Россия)
Козырева О. А. (Россия)
Колпак Е. П. (Россия)
Курпаяниди К. И. (Узбекистан)
Куташов В. А. (Россия)
Лю Цзюань (Китай)
Малес Л. В. (Украина)
Нагервадзе М. А. (Грузия)
Прокопьев Н. Я. (Россия)
Прокофьева М. А. (Казахстан)
Рахматуллин Р. Ю. (Россия)
Ребезов М. Б. (Россия)
Сорока Ю. Г. (Украина)
Узаков Г. Н. (Узбекистан)
Хоналиев Н. Х. (Таджикистан)
Хоссейни А. (Иран)
Шарипов А. К. (Казахстан)

Руководитель редакционного отдела: Кайнова Г. А.

Ответственные редакторы: Осянина Е. И., Вейса Л. Н.

Художник: Шишков Е. А.

Верстка: Бурьянов П. Я., Голубцов М. В., Майер О. В.

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются.

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.

При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Материалы публикуются в авторской редакции.

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

почтовый: 420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231;

фактический: 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

E-mail: info@moluch.ru; <http://www.moluch.ru/>

Учредитель и издатель:

ООО «Издательство Молодой ученый»

ISSN 2072-0297

Подписано в печать 21.12.2016. Тираж 500 экз.

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, 25