

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СЕРВИСА

научный журнал
ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ
№ 1 (30) 2009

СОДЕРЖАНИЕ

А. А. Лобанов, В. А. Шумаев ИННОВАЦИОННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИНЖИНИРИНГОВЫХ УСЛУГ	3
Л. Н. Ковалева ФОРМИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ БАЗ ДАННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ	8
А. С. Ермаков АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ И ВИДОВ ОБЕСПЕЧЕНИЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО МЕСТА ТЕХНОЛОГА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ГИБКОЙ ТЕХНОЛОГИИ МАШИННЫХ СТЕЖКОВ	13
В. А. Мельник, А. Н. Исамидинов, В. Р. Дарбинян ОПИСАНИЕ МОДЕЛЬНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ОКАЗАНИЮ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ КОНКУРЕНТНОЙ РАЗВЕДКЕ	17
Ф. В. Пелевин, В. М. Черкина ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СМЕСЕОБРАЗОВАНИЯ В ГАЗОЖИДКОСТНОЙ ФОРСУНКЕ С КОМПЛАНАРНЫМИ КАНАЛАМИ	20

Главный редактор
М. Н. БУТКЕВИЧ

Редакционная коллегия:

В. Н. АЗАРОВ,
В. М. АРТЮШЕНКО,
А. И. БЕЛОВ,
Б. В. БОЙЦОВ,
В. А. ВАСИЛЬЕВА,
С. Г. ЕМЕЛЬЯНОВ,
Г. И. ЛАЗАРЕВ,
И. Н. ЛОГАЧЕВА,
Е. А. ЛУКАШЕВ
(зам. главного редактора),
Л. В. МОРОЗОВА,

А. В. ОЛЕЙНИК,
И. Э. ПАШКОВСКИЙ
Н. А. ПЛАТОНОВА,
Е. Ю. ПОЛИКАРПОВ,
А. В. ПУТИЛОВ,
К. Л. САМАРОВ,
А. В. СУВОРИНОВ,
Б. П. ТУМАНЯН,
Л. М. ЧЕРВЯКОВ,
В. С. ШУПЛЯКОВ

Редактор
Ю. Н. КУЗЬМИЧЕВА
Оформление и верстка
В. В. ЗЕМСКОВ

Журнал издается в Российском государственном университете туризма и сервиса

Т. В. Медведева РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОЦЕССА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ОДЕЖДЫ	25
Г. Н. Лукашева, Д. М. Буткевич МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КОАГУЛЯЦИИ, ПРОТЕКАЮЩЕЙ В ПРОТОЧНОМ РЕАКТОРЕ ПОЛНОГО ПЕРЕМЕШИВАНИЯ.....	32
Г. К. Мухамеджанов, Ю. Я. Тюменев, Ю. С. Шустов, А. В. Курденкова, Ю. В. Назарова, А. Х. Галимулин ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИЗНАШИВАНИЯ НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ ОТ СВЕТОПОГОДЫ	39
А. И. Набережных, В. В. Ярабаев СОЗДАНИЕ БЫТОВЫХ КВАРЦЕВЫХ ПРИБОРОВ ВРЕМЕНИ БЛОЧНО МОДУЛЬНОГО ТИПА С НЕЗАВИСИМОЙ ЦИФРОВОЙ И СТРЕЛОЧНОЙ ИНДИКАЦИЕЙ	45
К. А. Абасов АНАЛИТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГИДРООБЪЕМНЫХ ПЕРЕДАЧ В ПРИВОДАХ ТРАНСПОРТНО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН	53
И. И. Саморуков, Н. Н. Теодорович ИСТОЧНИКИ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ЗДАНИЕМ	61

Адрес редакции:

111116, Москва, ул. Авиамоторная, 6.
Тел./факс: (495) 361-11-95.
e-mail: tpps@list.ru

При перепечатке любых материалов
ссылка на журнал
«Теоретические и прикладные
проблемы сервиса» обязательна.

Редакция не несет ответственности
за достоверность информации
в материалах, в том числе рекламных,
предоставленных авторами
для публикации.

Журнал зарегистрирован
в Министерстве РФ по делам печати,
телерадиовещания
и средствам массовой коммуникации.
Свидетельство о регистрации
ПИ № 77-9918 от 10.10.2001 г.
ISSN 1815-218X

Подписной индекс в каталоге
агентства «Роспечать» 46831
Материалы авторов не возвращаются.
Тираж 1000 экз.

© Журнал «Теоретические
и прикладные проблемы сервиса», 2009

Инновационные направления инжиниринговых услуг

А. А. Лобанов, В. А. Шумаев

ОАО «Всероссийский научно-исследовательский институт по строительству и эксплуатации трубопроводов, объектов ТЭК (ВНИИСТ)», г. Москва, Российский государственный университет туризма и сервиса

При переходе России к рыночным отношениям актуальным стало изучение опыта стран с развитой экономикой по организации строительства и эксплуатации объектов, в частности оказания инжиниринговых услуг. В этих странах накоплен богатый опыт взаимодействия структур основных и вспомогательных производств и управления ими в условиях рыночных отношений и жесткой конкуренции. Использование опыта развитых стран и применение логистических подходов к организации управления инжиниринговыми услугами — актуально для субъектов российской экономики, строящих отношения на рыночных принципах.

Стремительный рост международных операций по торговле инженерно-техническими услугами выделил их в самостоятельный вид коммерческих отношений, что привело к образованию и развитию международного рынка инжиниринговых услуг. Развитие инжиниринга и выделение его в самостоятельный вид международных коммерческих операций явилось отражением научно-технического прогресса, затронувшего все отрасли промышленности, и прежде всего машиностроение. Результат — существенные сдвиги в структуре международной торговли в сторону увеличения торговли сложными видами оборудования, требующими специальных знаний для решения технологических и организационных проблем, начиная с проектирования предприятия до ввода его в эксплуатацию.

Другим важным фактором, оказавшим влияние на рост инжиниринга в современных условиях, является высокий спрос на технические услуги со стороны стран, вступивших на путь самостоятельного экономического развития и не имеющих необходимого опыта и кадров специалистов для такого строительства. Они вынуждены привлекать иностранные фирмы для разведки и разработки своих природных ресурсов, развития топливно-энергетической базы, создания ряда отраслей тяжелой промышленности и др.

Важную роль продолжает играть и такой фактор, как стремление к внешнеэкономической

экспансии крупнейших ТНК, использующих предоставление технических услуг как одно из средств проникновения в экономику других стран. Практика показывает, что выполнение экспортного контракта на инжиниринг, как правило, влечет за собой последующую поставку машин и оборудования, стоимость которых в 10–20 раз превышает соответствующий показатель технических услуг, обусловивших их поставку. Например, четвертая часть вывоза машин и оборудования из Франции является следствием предшествовавшего ему инжиниринга, выполненного соответствующими французскими фирмами.

Выделению инжиниринга в самостоятельную область международной коммерческой деятельности способствовало появление большого числа крупных инженерных фирм с огромными оборотами и широкой сферой деятельности, создание многочисленных национальных ассоциаций инженерных фирм и международных ассоциаций, содействующих развитию их деятельности. В развитых странах насчитывается много тысяч фирм и организаций, выполняющих работы типа инжиниринг. В США, например, зарегистрировано свыше 25 тыс. таких фирм различного профиля и объема деятельности.

В международной практике определились две категории фирм, выполняющих работы типа инжиниринг: специализированные фирмы (предоставление инженерно-технических услуг — основная сфера их деятельности) и промышленные фирмы, сочетающие оказание инженерных услуг с производственной деятельностью.

Специализированные инжиниринговые фирмы в зависимости от вида предоставляемых услуг делятся, в свою очередь, на две группы: инженерно-консультационные и инженерно-строительные.

Инженерно-консультационные фирмы предоставляют технические услуги в форме консультаций. Они сами не занимаются ни производством, ни строительством. Сфера их деятельности широка. Это и гражданское строительство (порты,

аэродромы, транспортные магистрали, шахты, городское строительство), и промышленные объекты, использующие специфические технологические процессы.

Инженерно-строительные фирмы предоставляют обычно полный комплекс инженерно-технических услуг, включая проектирование объекта, поставку оборудования, монтаж, наладку и пуск оборудования в эксплуатацию. Эти фирмы довольно часто берут на себя функции генерального подрядчика объекта, привлекая в качестве субподрядчиков машиностроительные и строительные компании. Помимо проектирования гражданских и военных объектов, инженерно-строительные фирмы специализируются в области разработки промышленных объектов, и прежде всего основанных на использовании специфических технологических процессов.

Специализированные инжиниринговые фирмы в зависимости от характера осуществляемых ими хозяйственных связей делятся на независимые и родственные промышленным компаниям. Независимые специализированные фирмы не имеют прямых отношений с промышленными компаниями и в хозяйственном отношении самостоятельны. Специализированные родственные инжиниринговые фирмы — это филиалы или дочерние компании крупных генеральных подрядчиков, занимающихся инжиниринговой деятельностью как вспомогательной для основного производства.

Промышленные фирмы относятся ко второй категории фирм, выполняющих работы типа инжиниринга. Их обычно подразделяют на компании-проектировщики и компании — производители оборудования для определенных отраслей промышленности. Компании-проектировщики, стремясь сохранить секреты производства, выполняют технологическое проектирование с целью расширения или создания нового производства на основе собственных патентов и ноу-хау, а подрядчики используются для выполнения остальных инженерно-консультационных работ, осуществляя контроль за их выполнением. Для компаний — производителей оборудования — выполнение работ типа инжиниринг является средством увеличения продаж основной продукции. Как правило, речь идет о проектировании крупных установок, изготовление оборудования для которых выполняется той же фирмой.

Для осуществления операций по оказанию инженерно-технических услуг промышленные ТНК создают у себя специальные конструкторские отделы или проектные бюро. Иногда машиностроительные компании, которые могут

проектировать только узкоспециализированные предприятия или один из видов технологических процессов, для проектирования комплекстных предприятий создают совместные инженерные фирмы. Нередко, когда речь идет о строительстве крупных объектов, фирмы, оказывающие услуги типа инжиниринг, образуют временные или долгосрочные консорциумы, в которые входят как национальные, так и иностранные компании. Финансируют такие консорциумы, как правило, банки, устанавливая связь с генеральным подрядчиком, который несет ответственность за деятельность всего консорциума.

В нашей стране также развиваются инжиниринговые услуги, которые рассмотрим на примере обеспечения создания объектов трубопроводного транспорта жидких и газообразных ресурсов.

Проектирование и строительство нефтепровода «Восточная Сибирь — Тихий океан» (ВСТО) повлекли за собой такой объем исследований, разработок, новых инженерных и технических решений, которые и сегодня, и в обозримой перспективе, несомненно, будут востребованы. Новые трубопроводные маршруты (так же, как и ВСТО) планируется проложить в сложнейших природно-климатических условиях. Для их разработки понадобятся новые материалы, технологии, оборудование [1].

В этих условиях требуют развития вспомогательные производства по обеспечению и обслуживанию выполнения основных функций нефтепроводных компаний. Поэтому параллельно строительству линейной части нефтепровода создается задел под будущие работы: готовятся площадки складирования, организовываются производственные базы, прорабатываются транспортные схемы доставки материалов и оборудования. Вместе с нефтепроводом строится инфраструктура в труднодоступных районах региона, в частности автомобильная дорога «Якутск – Иркутск».

Таким образом, строительство трубопроводного транспорта обусловило развитие инжиниринговых услуг, необходимых при строительстве и эксплуатации трубопроводов. Указанные услуги выполняют вспомогательные функции для обеспечения транспортировки жидкости или газа, однако они являются составной частью процесса создания и эксплуатации трубопроводного транспорта, без которых невозможно обойтись.

Инженерно-консультационные услуги предоставляются в виде технической документации, результатов исследований, исходных данных для строительства, экономических расчетов,

смет, рекомендаций и др. Консультативные услуги непосредственно связаны с управлением в целях реализации промышленного проекта, но не охватывают каких-либо строительных работ, предоставления лицензий или передачи технологии. Само строительство объектов не входит в круг инженерно-технических услуг. Оно относится к производственно-техническому сотрудничеству.

Одним из инновационных направлений инжиниринговых услуг в деле строительства объектов ТЭК следует отметить изготовление новых опор электропередач. Многогранные металлические опоры применяются в мире уже около 40 лет. Их используют в качестве телекоммуникационных вышек, опор контактных сетей на транспорте, осветительных опор и, конечно, в качестве опор воздушных линий электропередачи. Традиционно многогранные опоры производились в развитых странах (США, Германия, Франция, Италия и др.). В последние годы, организовано производство многогранных опор по всему миру (Китай, Индия, Турция, Саудовская Аравия и ряд других стран).

В России для строительства сетей ВЛ 6–10 кВ в основном используются металлические решетчатые опоры (МРО) и железобетонные опоры (ЖБО). Их достоинства и недостатки выявил многолетний опыт строительства и эксплуатации. Железобетонные опоры (ЖБО) дешевле стальных, просты в монтаже, но из-за недостатков применяются только в районах с относительно простыми условиями строительства и эксплуатации. В других районах использование ЖБО осложнено рядом факторов. Большая длина стоек требует применения специальных транспортных средств. Большая масса обуславливает низкие нормы загрузки (14–16 опор на две платформы или 3–4 опоры на автотранспортное средство). Все это затрудняет и удорожает транспортировку. Перевозка, разгрузочно-погрузочные работы, монтаж ЖБО сопряжены с повреждением стоек, что приводит к их выбраковке или снижает срок службы. В процессе эксплуатации выявилась недостаточная надежность и небольшие сроки службы опор из-за появления трещин от ветровых нагрузок и их развитие от периодических замораживаний и оттаиваний.

Металлические решетчатые опоры (МРО) просты в транспортировке, удобны в эксплуатации. К их недостаткам относятся: большое количество элементов и, как следствие, высокая трудоемкость укрупнительной сборки, контроля ее качества, дефекты антикоррозийного покрытия в местах сварки, неэффективность перевоз-

ки укрупненных секций; значительные затраты на сооружение фундаментов; подверженность вандализму. С целью устранения недостатков опоры продолжают совершенствовать.

В России до недавнего времени металлические многогранные опоры (ММО) не производились из-за отсутствия необходимого оборудования и технологий. Начиная с 2002 г., после закупки и монтажа соответствующего оборудования налажено производство металлических многогранных опор (рис. 1). Первые же объекты, сооруженные с использованием многогранных опор, подтвердили их преимущества, декларируемые западными специалистами перед традиционными опорами.

Конструкция металлических многогранных опор значительно надежнее бетонных и решетчатых опор, особенно в сложных гололедно-ветровых условиях. Многогранные опоры равнонадежны, т. е. выдерживают одинаковые нагруз-

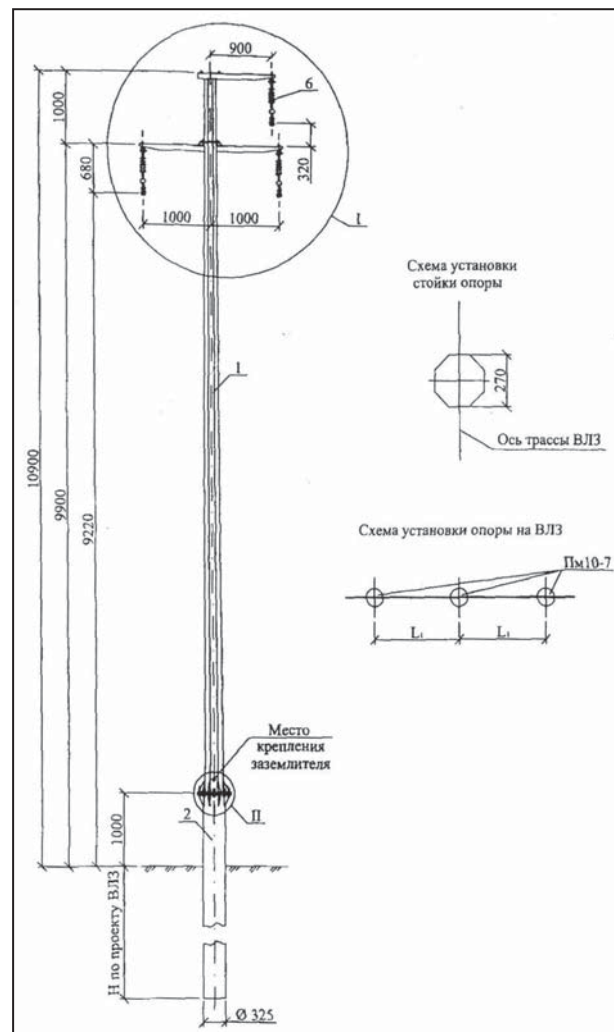


Рис. 1. Промежуточная опора Пм 10-7

ки вне зависимости от направления приложения силы, а решетчатые опоры хорошо выдерживают только нагрузки поперек линии. Кроме того, решетчатые опоры подвержены большим ветровым нагрузкам.

Долговечность металлических конструкций зависит от формы поперечных сечений конструкций, качества сварных швов и антикоррозионного покрытия. Сварка многогранных опор производится автоматически в среде углекислого газа. Единый продольный шов легко поддается стопроцентному ультразвуковому контролю. На решетчатой опоре около 20 отдельных швов, выполняемых в ручном или полуавтоматическом режиме. Это не позволяет добиваться такого же высокого качества сварного шва. Подготовка таких швов к нанесению антикоррозионного покрытия также затруднена. Все это обуславливает потенциальные очаги коррозии.

В качестве основного метода антикоррозионной защиты многогранных опор применяется горячее цинкование, однако альтернативным и более эффективным является холодное цинкование (окраска). Неоспоримым преимуществом его является общедоступность. Строительство цеха горячего цинкования обходится в миллионы евро, при этом стабильность заказов имеет огромное значение. Для нанесения же окраски подойдет любой абразивоструйно-окрасочный участок. При наличии дробемета и автоматизации окраски однотипных изделий (многогранные металлические опоры) стоимость холодного цинкования может оказаться даже ниже стоимости горячего при обеспечении тех же антикоррозионных свойств.

Технологические линии по производству многогранных опор отличает высокая степень автоматизации всех основных этапов производства: плазменный раскрой, формирование стойки (гнутье), сварка. Это необходимо для гарантии высокой точности всех секций, составляющих стойку, поскольку только высокая точность может обеспечить безфланцевый (телескопический) монтаж стойки.

Одновременно высокая автоматизация позволяет быстро менять параметры (высоту, диаметр, толщину стенки и т. д.) производимых опор. В течение смены можно производить различные типы опор, заменяя только программы, по которым работает оборудование. Появляется возможность выпускать опоры, в максимальной степени учитывающие конкретные особенности профиля трассы, грунтов, гололедно-ветровых условий и так далее. Это, в свою очередь, позволяет уже на стадии проектирования обеспечи-

вать максимальную экономию средств заказчика. Можно отметить, что западные специалисты основным преимуществом многогранных опор называют именно адаптивность и считают, что по этому показателю многогранные опоры не имеют аналогов.

В связи с малой массой металлические многогранные опоры значительно сокращают объемы транспортных и погрузочно-разгрузочных работ. Конструкция металлических многогранных опор не требует для их транспортировки сцепки платформ и опоровозов. Длина опор позволяет транспортировать их в обычных полувагонах или автоприцепах. В процессе транспортировки и перегрузки опоры не повреждаются.

Качество бетонных опор зависит от соблюдения технологии при их изготовлении и зачастую не может быть проконтролировано в готовом изделии. Качество решетчатых опор во многом определяется качеством их сборки, которая также не поддается полному контролю. Металлические многогранные опоры изготавливаются в заводских условиях из сертифицированного листа со 100%-ным контролем сварных швов. Это обеспечивает гарантию и стабильность качества изделий. Из всех типов опор металлические многогранные опоры в наименьшей степени подвержены потере качества при транспортировке и монтаже.

Техническими условиями для металлических многогранных опор установлен 50-летний гарантийный срок. Это существенно больше, чем сроки службы бетонных опор (25 лет) и решетчатых опор (40 лет). Долговечность опор может быть существенно повышена при использовании коррозионностойких марок стали типа 345K.

Таким образом, на основе изложенного можно сделать вывод о более высокой конкурентоспособности стальных опор, создаваемых на основе многогранных конических стоек и траверс, выполняемых по технологии Pole, по сравнению с традиционными конструкциями опор на основе железобетонных стоек или стальными опорами ферменной (решетчатой) конструкции.

При строительстве объектов «под ключ» инженеринговая компания выполняет следующие функции: оказывает заказчику помощь путем предоставления консультаций для четкого определения его конечных требований и оценки предложений, представленных фирмами, намеревающимися производить строительство объекта «под ключ»; участвует в качестве субподрядчика фирмы, осуществляющей строительство «под ключ», оказывая ей консультационные услуги; участвует в качестве члена консорциума,

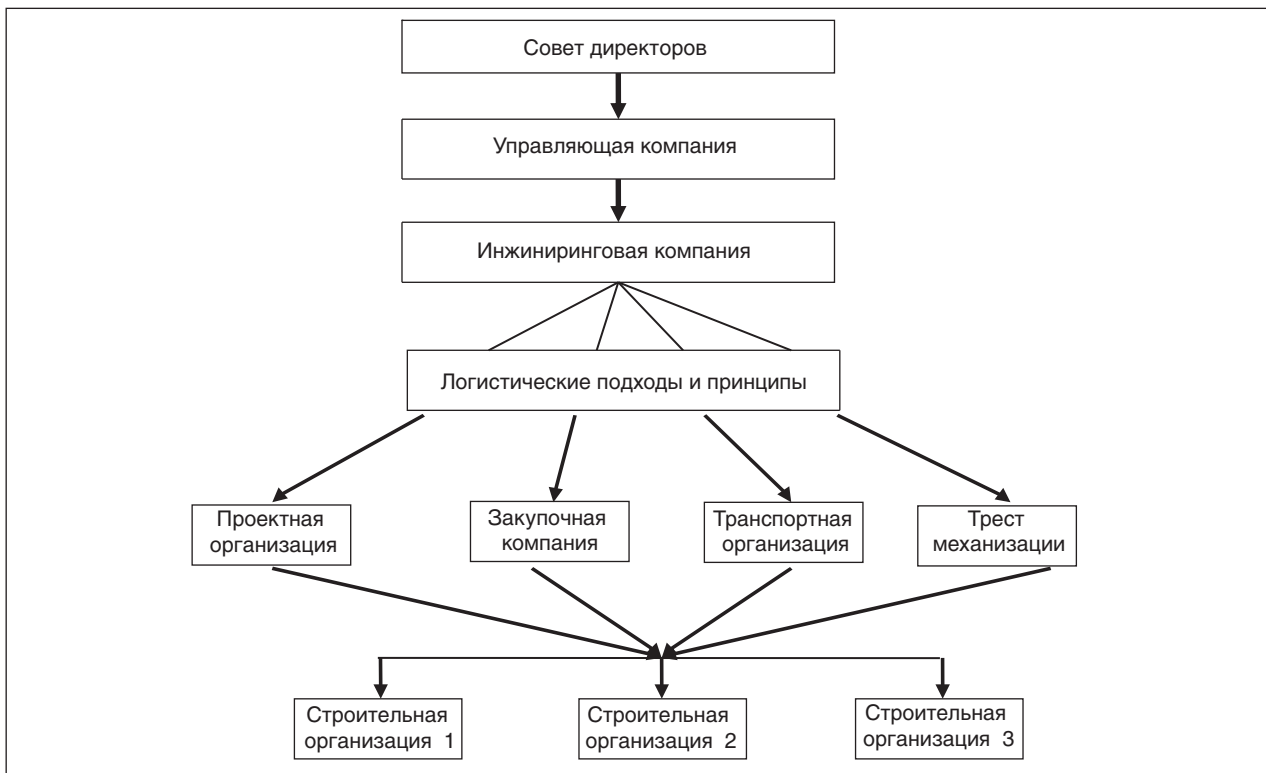


Рис. 2. Организационная структура холдинговой компании по инжиниринговому обеспечению строительства объекта

созданного для строительства объекта «под ключ», будучи ответственным консультантом на всех его этапах.

Все это осуществляется чаще всего отдельными организациями, работающими по принципу «каждая по своему профилю». Однако в настоящее время организация услуг при строительстве и эксплуатации трубопроводов несколько устарела и требует совершенствования, прежде всего, в части управления. Основным методологическим принципом, при этом, предлагается использовать комплексный логистический подход к решению задачи управления процессом основного строительства и обеспечения этого строительства материалами, оборудованием, энергией, созданием инфраструктуры. В зарубежных экономически развитых странах наблюдается практика создания структур типа холдингов [2], способных более эффективно управлять оказанием услуг и сформировать логистическую цепочку обеспечения основной и вспомогательной деятельности. Учитывая этот опыт, а также необходимость создания более устойчивых структур в период

обостряющейся конкуренции, как внутри страны, так и со стороны зарубежных фирм, разработан проект организации холдинговой компании (рис. 2).

Основными преимуществами указанной структуры является возможность управления процессом централизованно, обеспечивая координацию выполнения работ, движения материальных, информационных и финансовых потоков на логистической основе, то есть с использованием оптимизации этих процессов. Это позволяет сократить затраты, устранив или уменьшив непроизводительные расходы, получить эффект синергии, а также контролировать сроки строительства объекта.

Таким образом, изучая опыт развития инжиниринга в мире и экстраполируя его на современную ситуацию, появляется необходимость и возможность использования всего лучшего в этой области, созданного в различных странах мира, в сочетании с особенностями, присущими именно нашему специфическому развитию сферы услуг.

Литература

1. Черекчиди Э. И. Опыт ВСТО будет востребован // Трубопроводный транспорт. — 2007. — № 3.
2. Шиткина И. С. Предпринимательские объединения. — М., 2001.

Формирование информационных баз данных результатов научных исследований высшей школы

Л. Н. Ковалева

Российский государственный университет туризма и сервиса

Построение адекватной системы информационного обеспечения процессов подготовки и переподготовки научных и педагогических кадров возможно лишь, принимая во внимание их современные формы организации и технологического, программного сопровождения. Социально-экономические и организационные перемены в образовании и науке связаны с изменениями в сфере информационных технологий, появлением новых возможностей информационного обеспечения, форматов обучающей и научной литературы. Чтобы реализовать принципиально новый уровень получения и использования научных знаний, необходима такая система информационного обеспечения, на входе которой, с одной стороны — современный научный документооборот с широким набором форм представления знаний в бумажном и электронном форматах; с другой — информационные потребности (ИП) специалистов, обусловленные как тематикой исследований, так и их специфическими организационными формами; а саму систему образуют оптимальная структура фондов и соответствующие формы и методы работы, что и обеспечивает удовлетворение ИП ученых и специалистов [14].

База данных выступает информационной моделью некой предметной области, в случае формирования депозитария результатов научных исследований — информационной моделью научных данных и разработок. При моделировании такого депозитария база данных выступает как совокупность связанных данных о результатах научных исследований в образовании, полученных в рамках реализации мероприятий целевых, ведомственных и иных программ, организованная по определенным правилам, таким как общие принципы описания, хранения и манипулирования, независимо от прикладных программ.

На практике база данных — это реализованная с помощью компьютера информационная структура (модель), отражающая состояние результатов научных исследований в образовании, полученных в рамках реализации мероприятий целевых, ведомственных и иных программ, и

их отношения. С точки зрения пользователя подобная база данных будет представлять собой совокупность хранимых результатов научных исследований в образовании, полученных в рамках реализации мероприятий целевых, ведомственных и иных программ.

Эксперты едины во мнении, что к современным базам данных результатов научных исследований предъявляются следующие требования:

- полнота — чем полнее база данных, тем вероятнее, что она содержит нужную информацию;
- правильная организация — чем лучше структурирована база данных, тем легче в ней найти необходимые сведения;
- актуальность — любая база данных может быть точной и полной, если она постоянно обновляется, т. е. необходимо, чтобы база данных в каждый момент времени полностью соответствовала состоянию отображаемого ею объекта;
- удобство для использования — база данных должна быть проста и удобна в использовании и иметь развитые методы доступа к любой части информации [1, 10, 11].

В основе проектирования базы данных результатов научных исследований лежит следующий процесс:

- определяются объекты описания;
- определяются структуры этих объектов;
- выбирается тип структуры, отображающий отношения между объектами (табличная, иерархическая, сетевая).

При проектировании баз данных научных исследований, как правило, используют табличные (реляционные), сетевые, иерархические базы данных [10, 11]:

– Для иерархических структур характерна подчиненность объектов нижнего уровня объектам верхнего уровня, тем самым формируется дерево данных. При этом между верхними и нижними объектами задано отношение «один ко многим» (т. е. одной группе соответствует много исследований, одному исследованию соответствует много результатов).

– Сетевые базы данных включают два уровня взаимосвязанных объектов, но отношение между

ними «многие ко многим» (т. е. многим исследованиям соответствуют многие результаты).

– *Реляционные (табличные) базы данных*, как правило, имеют табличный способ представления данных, на внешнем уровне задаваемые набором однородных таблиц.

Проведенный анализ практики создания и функционирования различных баз данных результатов научных исследований показал, что в настоящее время в состав подобных депозитариев включают разнообразие видов баз данных, как по содержанию, так и по организации.

По критерию вида данных или информационных элементов можно выделить:

- документографическую (документальную) базу данных, содержащую непосредственно тексты научных исследований или отдельные документы, их рефераты, библиографические описания. Ее частными (ограниченными) разновидностями выступают библиографические базы данных (содержат исключительно библиографические описания документов) и реферативные базы данных (содержат исключительно библиографические описания документов и рефераты);

- полнотекстовую базу данных, в которой хранятся записи полного текста научных исследований или их частей;

- фактографическую базу данных, содержащую фактографические данные о проведении и результатах научных исследований. Разновидностью выступает объектографическая база данных, которая содержит расширенный набор данных о сложных объектах предметной области проведения научных исследований;

- графическую базу данных — базу графических данных результатов научных исследований;

- гибридную базу данных, в которой хранятся как символьные (цифровые и алфавитно-цифровые), так и графические данные результатов научных исследований или базу данных со смешанной (гибридной) структурой (например, иерархической и сетевой) [5, 10–12].

В зависимости от реализованной модели, структуры организации данных или уровня представления (абстракции) в депозитариях научных исследований включают следующие виды баз данных:

- иерархическую;
- сетевую;
- реляционную;
- квазиреляционную, т. е. базу данных, где обобщаются традиционные реляционные базы данных;

- псевдореляционную, представляющую собой реляционную базу данных, в любом отношении (таблице) которой допускается дублирование кортежей;

- нормализованную, также реляционную базу данных, где все отношения (таблицы) находятся в одной из нормальных форм (1НФ, 2НФ, 3НФ или 4НФ);

- интегрированную, т. е. базу данных, объединяющую несколько логических баз данных или базу данных, имеющую «бесфайловую» структуру организации;

- логическую, т. е. базу данных с точки зрения пользователя или прикладного программиста;

- физическую базу данных, как совокупность структур хранения данных на «внешнем носителе» или отображение концептуальной модели данных в физической среде;

- архивную, т. е. архивную копию базы данных, зафиксированную на определенный момент времени;

- виртуальную, т. е. воображаемое представление данных, в которое может быть преобразована каждая из интегрируемых БД произвольной системы управления базами данных [1, 8, 10, 13].

В зависимости от общего назначения, объема, структуры или принадлежности базы данных научных исследований выделяют:

- служебную базу данных, предназначенную для решения внутрисистемных функциональных задач персонала автоматизированной системы;

- пользовательскую базу данных, предназначенную для решения задач пользователей автоматизированной системы;

- персональную или личную базу данных, обслуживающую одного пользователя и содержащую его личную информацию;

- частную или закрытую базу данных, доступную для пользования только ее владельцу (пользователю);

- базу данных общего пользования, доступную всем пользователям автоматизированной, вычислительной системы или сети;

- общую базу данных, с которой могут работать несколько прикладных программ или пользователей одновременно, и/или базу данных коллективного пользования [1, 8, 10, 13].

В зависимости от содержания и прикладного назначения, хранимых результатов научных исследований выделяют:

- базу знаний как совокупность фактов и правил, описывающую предметную область и вместе с механизмом вывода позволяющую отвечать на вопросы, соответствующие этой пред-

метной области, ответы на которые в явном виде не присутствуют в базе. База знаний является составной частью интеллектуальных, в частности экспертных, систем. Для представления знаний используется ряд моделей, таких как семантическая сеть, процедурная, фреймовая и другие модели;

- интеллектуальную базу данных, в которой для ответа на запрос используются как непосредственно хранимые в ней факты, так и факты, получаемые логическим выводом; доступ к ней осуществляется на естественном языке или языке запросов, близком к естественному;

- семантическую базу данных, как совокупность основных понятий и сведений о предметной области, состоящую из семантических элементов (например, дефиниций) и отношений и не содержащую элементов поверхностной структуры профессионального языка специалистов в данной предметной области;

- проблемно-ориентированную базу данных, содержащую тематически связанные документы и/или данные, предназначенные для решения прикладных задач определенного вида (класса);

- демонстрационную или тестовую базу данных небольшого объема, представляющую фрагмент какой-либо реальной базы данных и предназначенную для демонстрации (в т. ч. рекламирования) возможностей СУБД или исходной базы данных;

- базу целей, как компонент экспертной системы, содержащий информацию о функционально-целевом поведении объектов в предметной области и определяющий поведение самой экспертной системы. Является разновидностью баз знаний и используется в различного рода автоматизированных системах управления [1, 10, 15,].

В зависимости от местоположения выделяют такие виды баз данных научных исследований, как:

- локальная база данных, размещенная на одном или нескольких носителях на одной вычислительной машине;

- распределенная или децентрализованная база данных — совокупность баз данных, физически распределенная по взаимосвязанным ресурсам вычислительной сети и доступная для совместного использования в различных приложениях, или территориально распределенная совокупность локальных баз данных, объединенных согласованными принципами организации комплектования и эксплуатации, а также каналами связи, и доступная для совместного использования;

- централизованная база данных, содержащая которой размещено в виде единого информационного массива на одном или нескольких носителях в одной ЭВМ (в отличие от распределенной базы данных, компоненты которой расположены в разных узлах вычислительной сети);

- многоэкземплярная база данных, скопированная в нескольких узлах вычислительной сети.

В настоящее время реляционные модели данных и реляционные базы данных наиболее распространены, поэтому остановимся на них подробнее. Реляционная модель представления данных разработана Э. Коддом в 1970 г. Согласно этой модели данные представляются в виде двумерных таблиц, над которыми допускаются традиционные теоретико-множественные операции (объединение, пересечение, разность и декартово произведение) и специальные реляционные операции (селекция, проекция, соединение и деление). Каждый объект записывается строкой в таблице, строка называется записью, которая состоит из полей разного типа. К. Дейт в реляционной модели выделял:

1. Структурную часть, которая описывает, какие объекты рассматриваются реляционной моделью. Постулируется, что единственной структурой данных, используемой в реляционной модели, являются нормализованные n -ные отношения.

2. Целостную часть, которая описывает ограничения специального вида, которые должны выполняться для любых отношений в любых реляционных базах данных. Это целостность сущностей и целостность внешних ключей.

3. Манипуляционную часть, которая описывает два эквивалентных способа манипулирования реляционными данными — реляционную алгебру и реляционное исчисление [6, 7, 9, 10].

Для такого вида баз данных разработана реляционная система управления базой данных (РСУБД), которая представляет собой достаточно мощный язык программирования со специфическим уклоном на обработку таблиц. Многообразие реляционных баз данных привело к тому, что в РСУБД выделяют мощные системы архитектуры «клиент-сервер» для большого числа транзакций, поддерживающие разные сетевые протоколы типа Oracle, Gupta, Informix, и системы для небольшого числа пользователей персональных компьютеров — это серия dBASEx (dBASEII, dBASEIII, dBASEIV), FOX, Clipper и др. Последние версии этих систем обладают не только хорошими скоростными качествами, но

и имеют удобный пользовательский интерфейс, включают, как правило, язык SQL [7, 9].

Реляционная модель требует, чтобы типы используемых данных были простыми. Простые, или атомарные, типы данных не обладают внутренней структурой и включают такие типы, как логический, строковый, численный. Различные языки программирования могут расширять и уточнять этот список, добавляя такие типы, как: целый, вещественный, дата, время, денежный, перечислимый, интервальный и т. д.

Реже используются структурированные и ссылочные типы данных. Структурированные типы данных предназначены для задания сложных структур данных. Структурированные типы данных конструируются из составляющих элементов, называемых компонентами, которые, в свою очередь, могут обладать структурой; например, это массивы, записи или структуры. С математической точки зрения массив представляет собой функцию с конечной областью определения. Запись (или структура) представляет собой кортеж из некоторого декартового произведения множеств. Общим для структурированных типов данных является то, что они имеют внутреннюю структуру, используемую на том же уровне абстракции, что и сами типы данных.

Ссылочный тип данных (указатели) предназначен для обеспечения возможности указания на другие данные. Указатели характерны для языков процедурного типа, в которых есть понятие области памяти для хранения данных. Ссылочный тип данных предназначен для обработки сложных изменяющихся структур, например деревьев, графов, рекурсивных структур.

В реляционных операциях не должна учитываться внутренняя структура данных. Конечно, должны быть описаны действия, которые можно производить с данными как с единым целым, например, данные числового типа можно складывать, для строк возможна операция конкатенации и т. д.

В реляционной модели данных с понятием тип данных тесно связано понятие домена, которое можно считать уточнением типа данных. Домен рассматривается как подмножество значений некоторого типа данных, имеющих определенный смысл, и характеризуется следующими свойствами:

- имеет уникальное имя (в пределах базы данных);
- определен на некотором простом типе данных или на другом домене;

- может иметь некоторое логическое условие, позволяющее описать подмножество данных, допустимых для данного домена;

- несет определенную смысловую нагрузку [10, 11].

Основное значение доменов состоит в том, что они ограничивают сравнения. Некорректно, с логической точки зрения, сравнивать значения из различных доменов, даже если они имеют одинаковый тип. В этом проявляется смысловое ограничение доменов.

Например, исследования, выполненные в Институте химии поверхности АН Украины в период с 1986 г. по настоящее время объединены в базу данных «Научные труды», которая содержит биографические описания и краткие рефераты опубликованных работ сотрудников. Она формируется на основе отбора следующих видов документов: журнальных статей, сборников научных трудов, материалов конференций и съездов, авторефератов кандидатских и докторских диссертаций, книг, депонированных рукописей. Созданная модель автоматизированной системы «Научные труды» позволяет решать следующие задачи:

- выявлять приоритетные направления исследований;
- анализировать продуктивность научной работы сотрудников, лабораторий, подразделений в целом;
- подготавливать тематические подборки, справки, обзоры и другие аналитические материалы;
- оценивать практические возможности реализации результатов научных разработок в народном хозяйстве [3].

В российском АСУ-гематология накоплена обширная электронная база данных по биохимическим, коагулологическим и гематологическим исследованиям для проведения научно-исследовательских работ. Вне рамок настоящего исследования ведется и частично разработан пакет прикладных программ, облегчающий поиск необходимой информации и создания табличных матриц для статистической обработки с использованием ресурсов пакета Excel и Statistika [4].

Одним из элементов научных электронных библиотек, обеспечивающих формирование новых видов информационных ресурсов и обмен научной информацией на базе современных ИКТ, являются сегодня электронные научные журналы, в том числе и чисто электронные. По различным оценкам в настоящее время в мире насчитывается от 16 до 25 тысяч электронных научных журналов, и их число стремительно

растет. Только в базы данных крупнейшего европейского издательства Elsevier включено более 14 тысяч рецензируемых электронных журналов. В западных странах практически все бумажные периодические издания имеют электронные версии, доступные через интернет. Бурно развиваются и электронные журналы, не имеющие печатных аналогов. Тем самым в мире формируется альтернативная система научных публикаций.

Центральная библиотека Пущинского научного центра РАН обеспечивает информационную поддержку всех научных исследований, проводимых в Пущинском научном центре РАН (ПНЦ РАН) в области физико-химической биологии, ее деятельность направлена на создание и внедрение комплексной информационной системы обеспечения электронной информацией ученых ПНЦ РАН, функционирующей на основе интеграции сложных разнородных автоматизированных информационных средств и служб [2]. В рамках данной организации функционируют:

- база данных диссертаций;
- база данных научных трудов;
- база данных патентов и изобретений;
- электронные учебники, методические материалы.

Известно, что диссертации в традиционном печатном виде ограничены для широкого досту-

па, так как не выдаются на абонемент и не подлежат межбиблиотечному обмену. База данных диссертаций представляет собой информационный массив, который состоит из двух основных компонентов:

- библиографическая и справочная информация о диссертационных работах и их защите;
- полнотекстовое представление данных работ и авторефератов.

Проведенный анализ позволяет сделать вывод, что при проектировании баз данных в сфере научных исследований используется все множество видов баз данных как по содержанию наполнению, так и по организации. Множественность и, соответственно, сложность композиции данных о результатах научных исследований обуславливает существование разнообразных программных продуктов, которые позволяют решать разнообразные пользовательские задачи. Функционирование подобных баз данных осуществляется на различных уровнях – уровне предприятия или организации, в функциональной области и т. д. Тем самым повышается актуальность задачи объединения и сопоставления этих баз данных для формирования полного хранилища научной и практической информации выбранной предметной области.

Литература

1. www.benran.ru
2. www.elbib.ru
3. www.gpntb.ru
4. Аносова Н. П., Костоглодов Ю. К., Марченко А. Л. и др. Создание опытного образца АСУ-гематология, интегрированной в состав ИВК-РНЦХ // Итоги. Результаты научных исследований по программной тематике. Выпуск VI. РНЦХ РАМН, 2000.
5. Голицына О. Л. Базы данных. — М.: ФОРУМ:ИНФРА-М, 2007.
6. Конноли Т., Бегг К., Страчан А. Базы данных: проектирование, реализация и сопровождение. 2-е издание. — М.: Вильямс, 2001.
7. Кузнецов С. Д. Базы данных: языки и модели. — М.: Бином-Пр., 2008.
8. Малыгина М. П. Базы данных: Основы, проектирование, использование. — СПб.: БХВ-Петербург, 2006, 2007.
9. Преснякова Г. В. Проектирование интегрированных реляционных баз данных. — М.: КДУ; СПб.: Петроглиф, 2007.
10. Пушников А. Ю. Введение в системы управления базами данных. Часть 1. Реляционная модель данных. Изд-е Башкирского ун-та. — Уфа, 1999.
11. Пушников А. Ю. Введение в системы управления базами данных. Часть 2. Нормальные формы отношений и транзакции. Изд-е Башкирского ун-та. — Уфа, 1999.
12. Роб П. Системы баз данных: проектирование, реализация и управление. — СПб.: БХВ-Петербург, 2004.
13. Фрост Р., Дей Д., Ван Слайк К. Базы данных. Проектирование и разработка. — М.: ИТ-пресс, 2007.
14. Шабурова Н. Н. Моделирование системы информационного обеспечения современных форм научных исследований в академическом научно-исследовательском институте. Автореферат дисс. на соиск. уч. степ. канд-та педагогических наук. — Новосибирск, 2006.
15. Эмблер С. В. Рефакторинг баз данных: эволюционное проектирование. — М.: Вильямс, 2007.

Анализ структуры и видов обеспечений автоматизированного рабочего места технолога для формирования гибкой технологии машинных стежков

А. С. Ермаков

Российский государственный университет туризма и сервиса

Современное развитие предприятий сервиса в индустрии моды основывается на внедрении технического оснащения гибкого типа, т. е. легко перенастраиваемого с выполнения одной операции на другую. Технологическую основу подобным возможностям для швейных машин закладывает использование гибкой технологии машинного стежка. Рабочий процесс образования стежка (ов), реализующий гибкую технологию, обеспечивает легкое перенастраивание машины с одних параметров стежка на другие с использованием автоматизированных технических средств и систем управления к ним. Высшим уровнем реализации такой технологии является такой случай, когда изменяются не только параметры стежка и функциональные

характеристики рабочих органов, но и происходит изменение типа стежка с использованием автоматизированных систем управления.

Наиболее современным конструктивным решением швейных машин гибкого типа являются швейные машины с ЧПУ. Эти машины становятся составными элементами гибких производственных систем производства швейных изделий и их автоматизированных систем управления (рис. 1).

Производителями швейного оборудования предлагаются швейные машины с ЧПУ для выполнения вышивки, изготовления петель, коротких швов, пришивки пуговиц, специальных операций и др. В некоторых из них производится задание параметров стежка и строчки и режи-

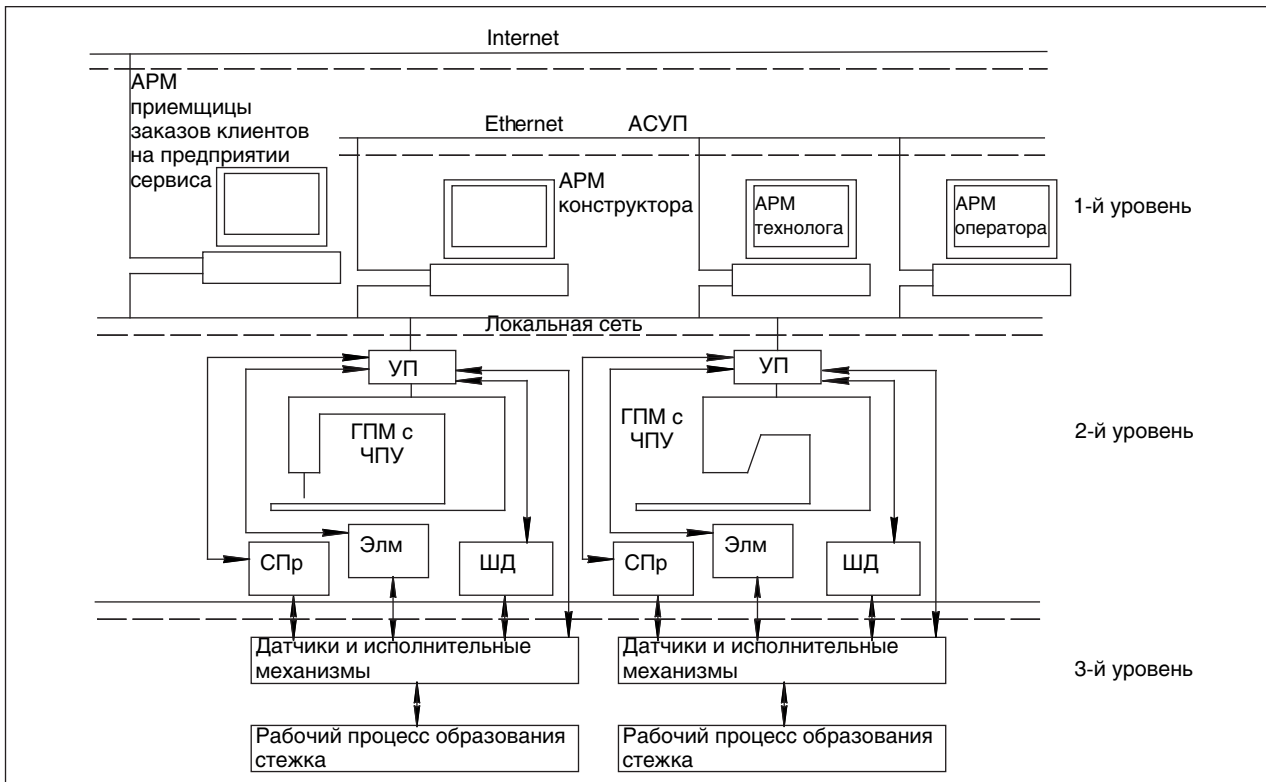


Рис. 1. Информационная структура автоматизированной системы управления технологическим процессом на предприятиях сервиса

мов работы через кнопки пульта управления или монитор с использованием встроенной в машину системы программного управления. Для подготовки сложных программ выполнения строчек используется автоматизированное рабочее место (АРМ) технолога.

АРМ технолога для программирования работы швейной машины с ЧПУ предлагается специального назначения: каждая фирма-изготовитель оборудования предлагает свой вариант программного обеспечения. В этом случае при наличии швейных машин от различных производителей возникает необходимость в затратах на приобретение нескольких программных продуктов, а также в обучении кадров для работы на каждом из них. Кроме того, возникает не только проблема в разработке или интеграции программных продуктов между собой, их адаптации в производстве, но и ограничивается возможность построения единой системы проектирования технологических процессов и управления (см. рис. 1).

На рынке продаж систем автоматизации проектных работ в швейном производстве известны САПР с наличием модулей проектирования технологии изготовления швейных изделий: «Ассоль», «САПР-легпром», «Комптенс», «Грация» и др. Однако ни одна из них не имеет модуль по проектированию программ работы швейных машин с ЧПУ, отсутствуют справочно-информационные системы для определения рациональных параметров стежка и режимов его выполнения, диагностирования отказов и рекомендаций по их выполнению и др.

АРМ технолога для проектирования технологических операций, а следовательно, в части выполнения головкой швейной машины основной операции — технологии стежка — содержит следующие виды обеспечения: информационное, программное, методическое, техническое и др.

Состав и содержание каждого вида обеспечения устанавливаются исходя из назначения АРМ технолога, определяемого на основе анализа ассортимента изготавливаемых изделий, парка оборудования и его технических и технологических возможностей и т. п.

АРМ, работающий в режиме справочно-информационной системы, может устанавливать:

- тип стежка и его параметры для конкретной технологической операции при изготовлении изделий соответствующего ассортимента из определенных материалов;
- номера и виды игл и ниток для выполнения ниточных соединений;

- товарный знак, номер и цвет ниток;
- вид строчки, шва и его параметры;
- технологическую оснастку (средства малой механизации);
- дополнительные принадлежности к выполнению операции;
- режимы работы механизмов и устройств машины, а именно — давление прижимной лапки (рамки), натяжения ниток, величины дифференциала (для реечного дифференциального типа двигателя ткани) и др.;
- режимы работы машины (частоту вращения главного вала машин);
- параметры выполнения строчки (количество стежков в строчке, останов в заданном месте и т. п.);
- включение автоматизированных функций в начале и окончании выполнения процесса образования стежков;
- рекомендации по устранению незначительных проблем в образовании стежков на машине;
- сообщения об отказах и ошибках в работе машины и др.

АРМ технолога для проектирования параметров технологии образования строчек может содержать следующие модули:

- разработка дизайнера рисунка из строчек;
- разработка технологии изготовления рисунка строчки на машине;
- разработка собственных строчек при составлении пошагового (по координатам проколов иглой материала) ее выполнения;
- разработка базы данных по рисункам;
- разработка базы данных по рисункам из строчек и их технологическим режимам выполнения;
- разработка поисковой справочно-информационной системы по устранению отказов в работе машины и действия оператора и др.

Кроме того, АРМ может рассчитывать затраты машинного времени на изготовление строчки, расход ниток в строчке и др.

Таким образом, АРМ технолога технологической операции может являться справочно-информационной системой, системой автоматизации проектных работ по технологии машинного стежка и технологической операции, экспертной системой, помогающей устанавливать причины отказов в выполнении швейной машиной операции и выдавать рекомендации по их устранению и др.

Разработка программного обеспечения АРМ технолога осуществляется после определения ее назначения, а также критериев оценки и требо-

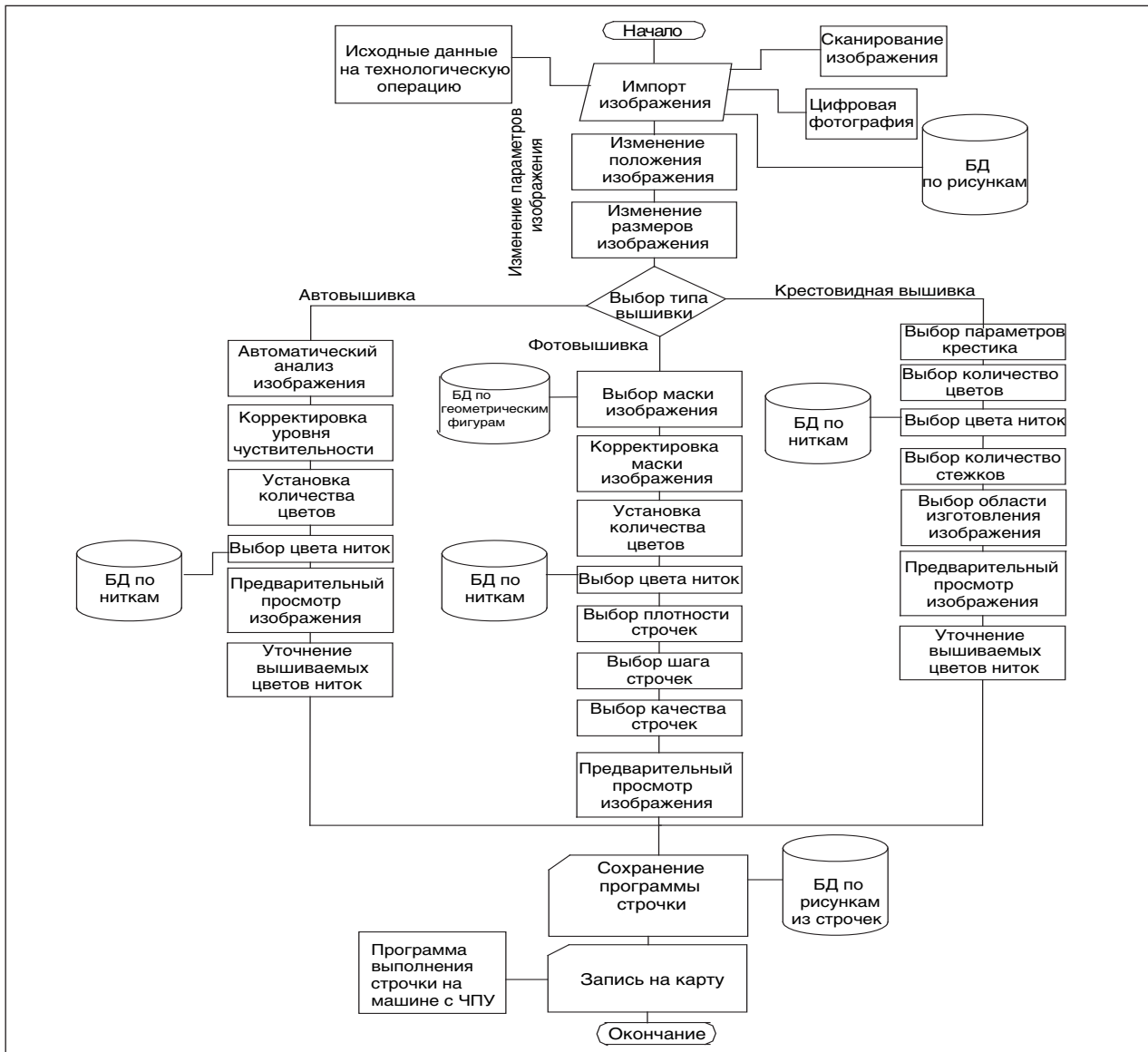


Рис. 2. Автоматическое преобразование изображения в рисунок вышивки в модуле **Layout and Editing** программного продукта **PE-Design** фирмы **Brother**

ваний к окончательным (выходным) результатам работы.

Далее создается описание общей последовательности (рис. 2) получения результата с использованием базы знаний, в котором отражают последовательность необходимых действий и вычислений, исходя из наличия исходных данных к задаче, технических и технологических возможностей оборудования, условий эксплуатации машины и др. На каждом этапе выполнения действий по принятому сценарию (последовательности) определяются необходимые функциональные возможности программы и ее информационное обеспечение. Параметры программирования технологии стежка зависят от технических возможностей оборудования, а

именно — использования технических средств автоматизации в конструкции швейных машин: сервопривода (СПр), шаговых двигателей (ШД), электромагнитов (Элм), датчиков положений (реагирующих на отсутствие или наличие контакта), фотодатчиков, лазерных датчиков, исполнительных механизмов и их рабочих органов и т. п. При использовании технических средств автоматизации швейная машина может быть включена в автоматизированную систему управления производством во второй и третий уровни его управления (рис. 1) и через нее от АРМ технолога или получать команды управления, или быть автономной — программа управления работой машины передается ей от АРМ через съемные средства хранения информации (флэш-карты,

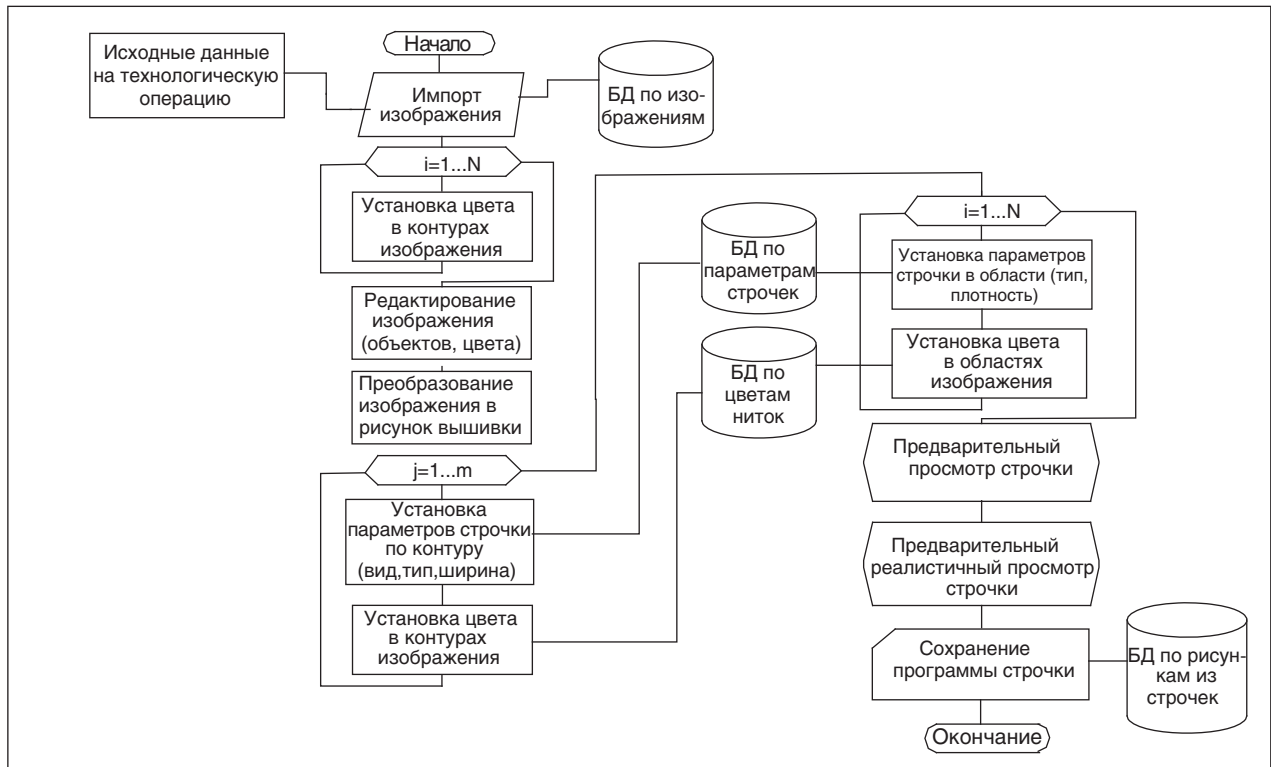


Рис. 3. Блок-схема процесса создания технологии пошагового изготовления строчки по принятому ее виду на АРМ технолога и информационное его обеспечение

дискеты, USB- диски и т. п.). Если в конструкции машины не предусмотрено использование технических средств автоматизации, а все изменения функциональных характеристик машины производятся регулировками или сменой деталей, рабочих органов, приспособлений, агрегатных установок вручную, то в этом случае АРМ разрабатывает рекомендации по параметрам технологии стежка (регулировка машины, используемым ниткам, приспособлениям, причинам и способам устранения неисправностей и др.).

Информационное обеспечение содержит нормативно-справочные данные по стежкам, ниткам, иглам, приспособлениям, законодательно-нормативные требования по стежкам, строчкам и швам, требования по качеству и надежности работы машины, рекомендации по параметрам стежков. В информационное обеспечение включается база данных по типовым технологиям выполнения стежков, оригинальным технологиям стежков, разработанных на АРМ и др. Исходные данные для проектирования технологической операции могут быть получены от клиента при формировании заявки на услугу на АРМ приемщицы предприятия сервиса.

АРМ технолога технологии машинного стежка позволяет эффективно функционировать в гибкой производственной системе гибким про-

изводственным модулям, каковыми и являются швейные машины с ЧПУ. Наличие встроенной экспертной системы в машине позволяет автоматически производить диагностику работоспособности системы управления машиной, ее работоспособности, качества и надежности отдельных ее устройств.

Процесс проектирования технологии выполнения вышивки на АРМ технолога представлен на рис. 2 и 3. По разработанной программе вышивки в специализированном программном продукте PE-Design фирмы Brother производится выполнение вышивки на вышивальной швейной машине модели PR-620. Вышивальная машина модели PR-620 фирмы Brother имеет встроенное программное обеспечение, в котором возможно создание аналогичным способом (рис. 2 и 3) программ вышивок или корректировки созданных программ вышивок.

Использование АРМ технолога технологии машинного стежка даже в существующих организационно-экономических условиях реализации технологических процессов предприятий сервиса при существующем техническом и технологическом их обеспечении позволяет повысить качество изготовления швейных изделий при частой сменяемости изготавливаемого ассортимента изделий.

Описание модельных ситуаций принятия решений по оказанию противодействия конкурентной разведке

В. А. Мельник, А. Н. Исамидинов, В. Р. Дарбинян
Российский государственный университет туризма и сервиса

Существующие нормативно-правовые документы в области защиты сведений, составляющих коммерческую тайну (ССКТ), предполагают необходимость не только разработки эффективного методического аппарата объективной оценки возможного ущерба экономической безопасности хозяйствующего субъекта при несанкционированном распространении ССКТ, но и разработки методического аппарата, позволяющего организовывать противодействие информационно-аналитическим службам конкурента (ИАС ПР) при попытках получения ССКТ путем анализа открытых источников информации, а также оценивать проводимые мероприятия по организации противодействия.

Проведенный анализ [1, 3] показывает, что процесс взаимодействия ИАС ПР и системы защиты (СЗ) хозяйствующего субъекта представим в виде конфликта, результат которого — это получение ИАС ПР ССКТ путем анализа открытых источников информации, способствующих, в той или иной мере, нанесению ущерба хозяйствующему субъекту в его экономической деятельности.

На основании анализа работ [1, 3, 4] были выделены характерные особенности такого конфликта:

- последствия получения ССКТ ИАС ПР затрагивают отношения между ней и СЗ на различных уровнях взаимодействия — тактическом, оперативном и стратегическом;

- при планировании ИАС ПР мероприятий по получению ССКТ ее цель до конца не формализуема и может изменяться случайным образом непосредственно в ходе их получения;

- процесс функционирования ИАС ПР и процесс противодействия ей со стороны СЗ носят разветвляющийся характер, и их исходы недетерминированы даже при определенности множества исходных факторов.

Для дальнейшего анализа выделенного процесса как конфликтной ситуации воспользуемся специальным разделом теории исследования операций — теорией игр, предметом исследования которой являются принципы рационального поведения участников игры.

Для адекватного представления реального конфликта игра отражает все его существенные стороны, а именно:

1. *Участвующие в конфликте стороны* — ИАС ПР, которая представляет собой систему получения ССКТ об экономической деятельности хозяйствующего субъекта, и его СЗ.

2. *Решения и возможные действия*, предпринимаемые ИАС ПР и СЗ.

3. *Цели ИАС ПР и СЗ*, степени достижения которых отражаются значениями специальной функции выигрыша — информационной прибылью $\Pi_{\text{ПР}}$ и $\Pi_{\text{СЗ}}$ соответственно.

Цель ИАС ПР — получение ССКТ об экономической деятельности хозяйствующего субъекта, которые впоследствии могут быть использованы для нанесения ему ущерба в различных жизненно важных областях экономической деятельности, либо для достижения превосходства.

Цель СЗ заключается в противодействии получению и раскрытию этих сведений и дальнейшему их использованию. Данная цель реализуется посредством выполнения СЗ комплекса мероприятий по разработке, внедрению, организации применения и эффективного использования организационных мероприятий и технических средств защиты ССКТ, а также по упреждению потенциальных угроз прогнозированием характера, способов и направлений деятельности ИАС ПР по их добыванию из открытых источников информации.

4. *Игра ведется по определенным правилам*, которые задают порядок получения и обмена информацией, последовательность применения ИАС ПР и СЗ стратегий, а также показывают, кто «выиграл» или «проиграл».

Таким образом, с учетом вышеизложенного и работ [2, 4] общая модель игры СЗ с ИАС ПР с оценкой эффективности проводимых игроками операций представима в форме парной некоалиционной некооперативной игры G :

$$G = \langle U_{\text{ПР}}, U_{\text{СЗ}}, M_{\text{ПР}}, M_{\text{СЗ}}, \Theta_{\text{ПР}}, \Theta_{\text{СЗ}}, \Pi_{\text{ПР}}, \Pi_{\text{СЗ}} \rangle, \quad (1)$$

где $U_{\text{ПР}}$, $U_{\text{СЗ}}$ — множества стратегий ИАС ПР и СЗ соответственно; $M_{\text{ПР}}$, $M_{\text{СЗ}}$ — модели предпочтения ИАС ПР и СЗ на ситуациях $(u_{\text{ПР}}, u_{\text{СЗ}}) \in U_{\text{ПР}} \times U_{\text{СЗ}}$

игры; $\Theta_{\text{ПР}}, \Theta_{\text{СЗ}}$ — информация об игре, имеющаяся в распоряжении игроков; $\Pi_{\text{ПР}}, \Pi_{\text{СЗ}}$ — функции выигрышей игроков соответственно.

Как показал анализ работ [1, 4], процессы взаимодействия ИАС ПР и СЗ чаще всего представляют собой игры со строгим соперничеством, наиболее разработанными из которых в теоретическом отношении являются антагонистические игры. При этом

$$\forall \{(u_{\text{ПР}}, u_{\text{СЗ}}), (u'_{\text{ПР}}, u'_{\text{СЗ}})\} \in U_{\text{ПР}} \times U_{\text{СЗ}} : \\ : (u_{\text{ПР}}, u_{\text{СЗ}}) \succ^{M_{\text{ПР}}} (u'_{\text{ПР}}, u'_{\text{СЗ}}) \Leftrightarrow (u_{\text{ПР}}, u_{\text{СЗ}}) \prec^{M_{\text{СЗ}}} (u'_{\text{ПР}}, u'_{\text{СЗ}}). \quad (2)$$

В этом случае функции выигрыша $\Pi_{\text{ПР}}, \Pi_{\text{СЗ}}$ такой игры между ИАС ПР и СЗ, определенные на множестве $U_{\text{ПР}} \times U_{\text{СЗ}}$, удовлетворяют условию

$$\Pi_{\text{ПР}}(u_{\text{ПР}}, u_{\text{СЗ}}) = -\Pi_{\text{СЗ}}(u_{\text{ПР}}, u_{\text{СЗ}}), \\ \forall (u_{\text{ПР}}, u_{\text{СЗ}}) \in U_{\text{ПР}} \times U_{\text{СЗ}}. \quad (3)$$

Однако моделирование реального процесса получения ИАС ПР ССКТ путем ИАР с открытыми источниками антагонистической игрой представляет лишь начальный этап исследования, имеющий целью дать общее представление о стратегических возможностях сторон. Кроме того, такая установка не всегда оправдана, что подтверждается в работе [1], где показано, что получение ИАС ПР ССКТ не означает полного проигрыша хозяйствующего субъекта.

В работах [2, 4] показано, что адекватность антагонистической игры реальному конфликту в области защиты ССКТ определяется степенью противоположности интересов ИАС ПР и СЗ. Более детальный анализ процесса защиты таких сведений с учетом поведенческой неопределенности действий обеих сторон потребовал учесть то обстоятельство, что интересы конкурентов, вообще говоря, не являются строго противоположными на ситуациях, которые не совпадают с седловыми точками в строгой антагонистической игре [2, 4]:

$$\exists \{(u_{\text{ПР}}, u_{\text{СЗ}}), (u'_{\text{ПР}}, u'_{\text{СЗ}})\} \in U_{\text{ПР}} \times U_{\text{СЗ}} : \\ : (u_{\text{ПР}}, u_{\text{СЗ}}) \succ^{M_{\text{ПР}}} (u'_{\text{ПР}}, u'_{\text{СЗ}}) \Leftrightarrow (u_{\text{ПР}}, u_{\text{СЗ}}) \succ^{M_{\text{СЗ}}} (u'_{\text{ПР}}, u'_{\text{СЗ}}). \quad (4)$$

Следовательно, первоначальное условие не выполняется. Тогда при ведении игры необходимо воспользоваться принципами рационального поведения и учесть начальный этап игры [4]:

$$\left\{ \begin{array}{l} M_{\text{ПР}} : (u_{\text{ПР}_1}, u_{\text{СЗ}_1}) \succ (u_{\text{ПР}_2}, u_{\text{СЗ}_2}) \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow \Pi_{\text{ПР}}(u_{\text{ПР}_1}, u_{\text{СЗ}_1}) \geq \Pi_{\text{ПР}}(u_{\text{ПР}_2}, u_{\text{СЗ}_2}) \\ M_{\text{СЗ}} : (u_{\text{ПР}_1}, u_{\text{СЗ}_1}) \succ (u_{\text{ПР}_2}, u_{\text{СЗ}_2}) \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow \Pi_{\text{СЗ}}(u_{\text{ПР}_1}, u_{\text{СЗ}_1}) \geq \Pi_{\text{СЗ}}(u_{\text{ПР}_2}, u_{\text{СЗ}_2}), \end{array} \right. \quad (5)$$

то есть требования рациональности в этом случае диктуют одинаковый набор стратегий для ИАС ПР и СЗ вне зависимости от того, являются ли ставки игры большими или малыми при условии, что они связаны одинаковым линейным преобразованием. Кроме того, рациональность требует от ИАС ПР и СЗ регламентирования собственного поведения установлением определенных правил [1, 2, 4]:

- следовать максимальной стратегии в невыгодной игре;
- учитывать возможное поведение конкурента;
- считать, что конкурент будет также следовать своим постулатам разумного поведения;
- не ожидать, что несущественные переменные повлияют на выбор варианта стратегии конкурентом и т. д.

Пусть $G1$ — это игра, в которой ИАС ПР выбирает стратегию получения ССКТ $u_{\text{ПР}} \in U_{\text{ПР}}$, а СЗ выбирает, причем одновременно, вариант противодействия $u_{\text{СЗ}} \in U_{\text{СЗ}}$. Данная ситуация характерна тем, что обе стороны знают множества $U_{\text{СЗ}}$ и $U_{\text{ПР}}$, но им не известен конкретный выбор стратегий действия друг друга. В том случае ИАС ПР необходимо принять решение, когда он не информирован о выборе СЗ.

В качестве целевой функции эффективности принимается известная обоим сторонам функция информационной прибыли ИАС ПР $\Pi_{\text{ПР}}$, получаемой в результате проведения операции по анализу открытых источников с учетом временных затрат, и считается, что она определена и ограничена на всем пространстве $U_{\text{ПР}} \times U_{\text{СЗ}}$.

Тогда наилучший гарантированный исход в $G1$ для ИАС ПР (нижнее значение игры $G1$) определяется:

$$\Pi_{\text{ПР}_1} = \sup_{u_{\text{ПР}} \in U_{\text{ПР}}} \inf_{u_{\text{СЗ}} \in U_{\text{СЗ}}} \Pi_{\text{ПР}}(u_{\text{ПР}}, u_{\text{СЗ}}). \quad (6)$$

Аналогично, пусть $G2$ — игра, в которой СЗ выбирает вариант противодействия ИАС ПР $u_{\text{СЗ}} \in U_{\text{СЗ}}$, а ИАС ПР, зная выбор СЗ, выбирает вариант получения сведений $u_{\text{ПР}} \in U_{\text{ПР}}$. Это соответствует ситуации, когда ИАС ПР информирован о действиях СЗ. Тогда наилучший гарантированный исход в $G2$ для ИАС ПР $\Pi_{\text{ПР}_2}$ (верхнее значение игры $G2$) определяется как

$$\Pi_{\text{ПР}_2} = \inf_{u_{\text{СЗ}} \in U_{\text{СЗ}}} \sup_{u_{\text{ПР}} \in U_{\text{ПР}}} \Pi_{\text{ПР}}(u_{\text{ПР}}, u_{\text{СЗ}}). \quad (7)$$

Игры $G1$ и $G2$ соответствуют двум крайним степеням информированности ИАС ПР о выборе СЗ: в $G2$ имеется точная информация о конкретном выборе, тогда как в $G1$ известно лишь, что этот выбор осуществлен из множества $U_{\text{СЗ}}$. Если

практическая реализация ИАС ПР величины $\Pi_{\text{ПР}1}$ в $G1$ никак не связана с поведением СЗ, то для реализации $\Pi_{\text{ПР}2}$ в $G2$ необходимо, вообще говоря, использование информации о ее выборе.

Если $\Pi_{\text{ПР}1} = \Pi_{\text{ПР}2}$, то функция $\Pi_{\text{ПР}}(u_{\text{СЗ}}, u_{\text{ПР}})$ имеет обобщенную седловую точку на $U_{\text{ПР}} \times U_{\text{СЗ}}$. В этом случае для достижения гарантированного исхода $\Pi_{\text{ПР}2}$ нет необходимости в получении какой бы то ни было информации о конкретном выборе СЗ и этот исход достижим ИАС ПР и в $G1$.

Таким образом, использование аппарата теории игр для моделирования игровых ситуаций

получения ИАС ПР ССКТ и особенности условий взаимодействия ИАС ПР и СЗ друг с другом позволяют последней осуществить постановку задачи защиты ССКТ и выбрать ее решение с учетом возможностей ИАС ПР как в условиях строгого антагонизма, так и в случае непротивоположных интересов, отражающих выбор конфликтующими сторонами своего поведения для достижения поставленной цели, а исследование игр $G1$ и $G2$ позволит разработать алгоритм организации СЗ противодействия ИАС ПР с учетом степени информированности игроков.

Литература

1. Гермейер Ю. Б. Введение в теорию исследования операций. — М.: Наука, 1971.
2. Гермейер Ю. Б. Игры с противоположными интересами. — М.: Наука, 1976.
3. Дрешер М. Стратегические игры. Теория и приложения. — М.: Советское радио, 1964.
4. Егоров Е. С., Воробьев С. Н. Методы обоснования решений в условиях поведенческой неопределенности. — М.: Изд-во. МО СССР, 1988.

ТЕМАТИЧЕСКИЕ ИЗДАНИЯ

Ж. А. Романович, С. Л. Калачев. Сервисная деятельность:

Учебник / Под общ. ред. проф. Ж. А. Романовича. —

М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К*», 2006. — 284 с.

Основное внимание уделено исследованию таких вопросов, как роль и задачи сервисных услуг в производственной и непроизводственной сферах деятельности, сервисная деятельность как форма удовлетворения потребностей человека, качество сервисных услуг и эффективность сервисной деятельности предприятия, организация и оптимизация эффективного функционирования предприятий транспортно-экспедиционных услуг, особенности сервисной деятельности в области фитнес-центров, информационный сервис и интенсивные технологии в сервисной деятельности и др.

Раскрывается целый ряд понятий и категорий сервисной деятельности: услуга, потребность в услуге, обслуживание, информационный сервис и т.д.

Для студентов, обучающихся по специальности «Сервис», преподавателей, хозяйственных руководителей и специалистов, интересующихся проблемами теории и практики управления предприятиями сферы сервиса, электронных комплексов и системы автоматизации жизнеобеспечения зданий и будет полезна для студентов и аспирантов электротехнических специальностей.

А. М. Данилов. Введение в химмотологию

М.: Издательство «Техника», 2003. — 464 с.

Приводится обширный справочный материал по характеристикам и эксплуатационным свойствам и применению топлив, масел, специальных жидкостей. Изложены принципы создания и эксплуатации двигателей.

Книга адресована широкому кругу читателей.

Экспериментальное исследование смесеобразования в газожидкостной форсунке с компланарными каналами

Ф. В. Пелевин, В. М. Черкина

Российский государственный университет туризма и сервиса

Двухфазная жидкость, форсунка с компланарными каналами

Повышение полноты сгорания углеводородного топлива и, следовательно, повышение экономичности тепловых двигателей и камер сгорания различного назначения позволят не только сэкономить топливо, но и улучшить экологическую ситуацию, что особенно важно в крупных мегаполисах.

В настоящее время хорошо известны различные типы струйных, центробежных одно- и двухкомпонентных форсунок [1, 2]. Каждая форсунка имеет свои преимущества, недостатки и область применения. Но постоянное стремление улучшить полноту сгорания топлива при малых перепадах на форсунке заставляет конструкторов разрабатывать новые и модернизировать известные типы форсунок, например с компланарными каналами [3]. Известно [4–12], что тракты с компланарными каналами интенсифицируют теплоотдачу за счет взаимной подкрутки струй, турбулизации потока даже при малых числах Рейнольдса. Данных о применении их в газожидкостных форсунках внутреннего смешения практически нет, хотя высокая турбулизация потока, даже при малых скоростях движения топлива в компланарных каналах, способствует интенсивному смешению компонентов.

Создание экологически чистого теплового двигателя или высокоэкономичной камеры сгорания во многом зависит от эффективности процессов смесеобразования [1].

В связи с этим актуальной является задача повышения полноты сгорания топлива. В настоящее время в подавляющем большинстве эксплуатирующихся систем по сжиганию топлива используют струйные или центробежные форсунки с низкой полнотой сгорания топлива.

Возникает необходимость перехода к новым конструкциям форсунок, обеспечивающих высокую полноту сгорания топлива при низких потерях давления.

Анализ и обобщение результатов исследования гидродинамики двухфазного потока в трактах с компланарными каналами

Исследования проводились на 6 экспериментальных моделях с углами взаимного пересечения каналов 2β 60°, 90°, 110° и числом парных каналов N 6, 10 и 17. Размеры каналов не варьировались и составляли 2×4 мм. Такие размеры каналов выбраны исходя из рекомендаций работы [10]. При размерах каналов менее 2×2 мм наблюдается ухудшение смесеобразования, что косвенно подтверждается результатами исследования интенсификации теплообмена в компланарных каналах в зависимости от их абсолютных размеров. При малых размерах каналов затруднено вихреобразование в компланарных каналах, что приводит к ухудшению смесеобразования. Компланарные каналы выполнены симметричными. Влияние асимметрии каналов на коэффициент гидравлического сопротивления не исследовалось. Число Рейнольдса изменялось от 10^2 до 10^5 .

Экспериментальные исследования (теневым методом и методом фотографирования) показали, что угол факела распыла форсунки 2α зависит только от угла взаимного пересечения каналов 2β (наблюдалось приближительное равенство этих углов). Исключение — перепады давления на форсунке $\Delta P < 0,01$ МПа, при которых факел прилипает к торцу форсунки ($2\alpha \sim 180^\circ$). Причина — сильные обратные токи и малая величина осевой составляющей скорости истечения.

С увеличением угла 2β и при постоянном расходе топлива увеличивается перепад давления на форсунке (рис. 1).

Эксперименты показали, что с увеличением перепада давления на форсунке расход смеси увеличивается (рис. 2).

С увеличением числа каналов N (при постоянном расходе) необходимый перепад давления уменьшается (рис. 3).

Экспериментально была определена минимальная длина компланарных каналов, при кото-

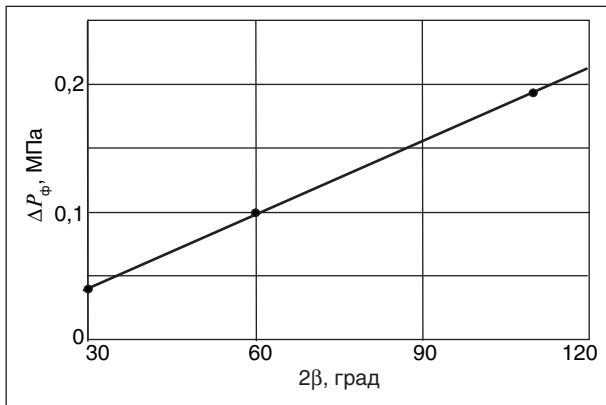


Рис. 1. Зависимость перепада давления на форсунке от угла 2β , град ($m_\Sigma = \text{const}$)

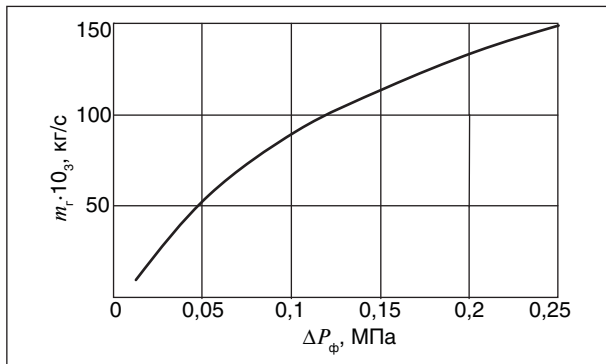


Рис. 2. Зависимость расхода от перепада давления на форсунке ($m_0 = 30 \cdot 10^{-3}$ кг/с)

рой на выходе форсунки поток имеет полностью сформировавшуюся вихревую структуру (рис. 4). Для этого по длине компланарного тракта вихревых форсунок были установлены отборники давления диаметром 0,5 мм, соединенные с батареей водяных дифференциальных манометров.

Установлено, что протяженность начального участка, после которого имеет место установившийся вихревой поток, равна 2,5–3 поясам взаимного пересечения каналов (рис. 4). После прохождения этого участка газожидкостный поток полностью формируется и коэффициент гидравлического сопротивления практически не меняется. Дальнейшее увеличение длины компланарных каналов приводит только к увеличению гидравлических потерь без какого-либо изменения структуры вихревого потока.

Установлено, что с увеличением суммарного угла взаимного пересечения каналов коэффициент гидравлического сопротивления ξ возрастает (рис. 4). Чем большее значение принимает угол 2β , тем выше темп увеличения ξ .

Во всем исследованном диапазоне характер изменения коэффициентов гидравлического

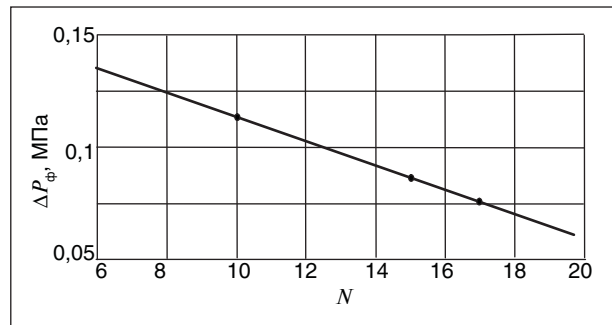


Рис. 3. Зависимость перепада давления на форсунке от числа каналов N ($m_\Sigma = \text{const}$)

сопротивления сохраняет монотонность, в том числе и для области переходного течения в гладкой трубе.

В отличие от течения в гладкой трубе область автомодельности коэффициента гидравлического сопротивления в тракте с компланарными каналами начинается при значениях числа $Re = (1-1,5)10^4$. Этот вывод распространяется на все исследованные варианты трактов.

В результате обработки и обобщения экспериментальных данных была получена эмпирическая формула для определения коэффициента гидравлического сопротивления в компланарных каналах вихревой газожидкостной форсунки

$$\xi = 1,44 - 0,034 \ln Re + 3,39 (2\beta).$$

Погрешность аппроксимации не более 3%. Как видно из формулы, на коэффициент гидравлического сопротивления влияют число Рейнольдса и угол 2β . Влияние числа каналов N учитывается числом Рейнольдса. С увеличением Re коэффициент гидравлического сопротивле-

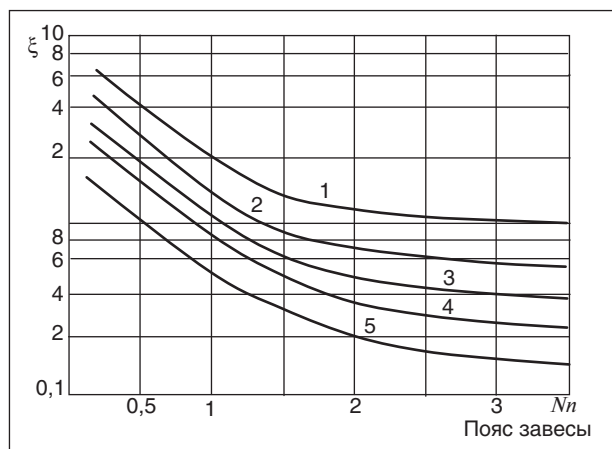


Рис. 4. Протяженность начального участка формирования двухфазного потока: 1 – $2\beta = 110^\circ$, $N = 10$; 2 – $2\beta = 90^\circ$, $N = 10$; 3 – $2\beta = 60^\circ$, $N = 6$; 4 – $2\beta = 60^\circ$, $N = 10$; 5 – $2\beta = 60^\circ$, $N = 17$

ния уменьшается, а при увеличении 2β — растёт. При постоянном числе Рейнольдса с увеличением N наблюдается уменьшение ξ .

Обработка экспериментальных данных проводилась по методике, представленной в работе [5]. Коэффициент гидравлического сопротивления определялся как

$$\xi = (2d\Delta P_i)/(\Delta X_i \rho W^2),$$

где d — эквивалентный гидравлический диаметр канала; ΔP_i — перепад давления на i -м мерном участке; ΔX_i — расстояние между отборниками давления; ρ — плотность газожидкостной смеси; W — скорость течения смеси.

Число Рейнольдса определялось по формуле

$$Re = md / F\mu,$$

где m — суммарный секундный расход газожидкостной смеси; F — площадь проходного сечения форсунки; μ — коэффициент динамической вязкости смеси.

Плотность и вязкость смеси определялись по рекомендациям работы [13]. Плотность газожидкостной смеси определялась по формуле

$$\rho = \chi\rho_{ж} + (1-\chi)\rho_{г},$$

где $\rho_{ж}, \rho_{г}$ — плотность жидкости и газа соответственно; $\chi = m_{ж}/m_{г}$ — массовое содержание жидкости в смеси.

Динамическая вязкость смеси определялась как

$$\mu = \chi\mu_{ж} + (1-\chi)\mu_{г},$$

где $\mu_{ж}, \mu_{г}$ — коэффициенты динамической вязкости жидкости и газа соответственно.

На рис. 5 представлены экспериментальные зависимости коэффициента расхода форсунки от угла взаимного пересечения каналов 2β и числа Re .

Путем обобщения экспериментальных данных для вихревых форсунок и использования известных из гидрогазодинамики зависимостей была получена эмпирическая формула для расчета коэффициента расхода

$$\mu_{\phi} = 1/[2,444 - 0,034 \ln Re + 3,39(2\beta)]^{0,5},$$

где угол β — в радианах.

Расход через форсунку можно определить по формуле

$$m = \mu_{\phi} F (2\Delta P\rho)^{0,5}.$$

Экспериментально установлено, что вихревые форсунки с компланарными каналами устойчиво работают при малых перепадах давле-

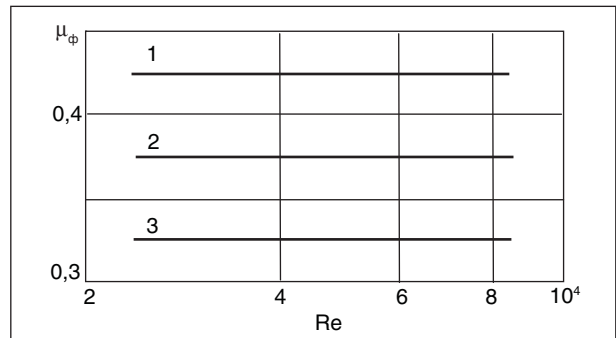


Рис. 5. Зависимости коэффициента расхода форсунки от числа Re и угла 2β : 1 — 60° ; 2 — 90° ; 3 — 110°

ния $\Delta P > 0,01$ МПа. Вихревая форсунка является малоперепадной с высоким коэффициентом расхода. При постоянном числе Рейнольдса коэффициент расхода увеличивается с уменьшением угла 2β (рис. 6). Так, для $Re = 400$ при угле $2\beta = 60^\circ$ коэффициент $\mu_{\phi} = 0,4$; при $2\beta = 90^\circ$ $\mu_{\phi} = 0,37$; при $2\beta = 110^\circ$ $\mu_{\phi} = 0,33$.

Для сравнения эффективности вихревой форсунки параллельно была испытана штатная центробежная газожидкостная форсунка. При одном и том же перепаде давления на форсунках коэффициенты расхода у центробежной форсунки были по трактам жидкости $\mu_{\phi} = 0,24...0,28$, газа $\mu_{\phi} = 0,11...0,12$. Эти результаты указывают на высокую эффективность форсунки с компланарными каналами по сравнению с центробежными форсунками, применяемыми в настоящее время.

Влияние параметров тракта на эффективность смесеобразования

Экспериментальное значение расходного комплекса определялось по формуле

$$\beta_{\Sigma} = p_{к} F_{кp} / m_{\Sigma},$$

где $m_{\Sigma} = m_{ок} + m_{г}$ — суммарный расход; $p_{к}$ — давление в камере сгорания, $F_{кp}$ — площадь критического сечения камеры.

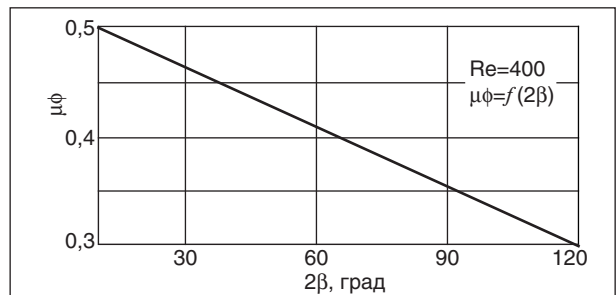


Рис. 6. Зависимость коэффициента расхода от угла взаимного пересечения каналов

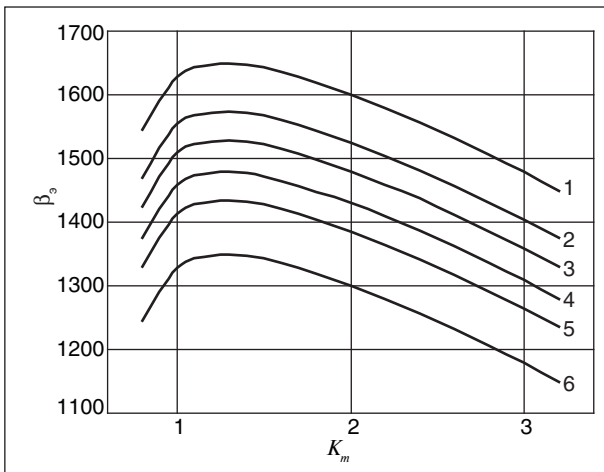


Рис. 7. Зависимость расходного комплекса от угла 2β , числа каналов и соотношения компонентов топлива: 1 — $N = 17$, $2\beta = 60^\circ$; 2 — $N = 10$, $2\beta = 110^\circ$; 3 — $N = 10$, $2\beta = 90^\circ$; 4 — $N = 10$, $2\beta = 60^\circ$; 5 — $N = 6$, $2\beta = 60^\circ$; 6 — центробежная

Теоретическое значение расходного комплекса определялось термодинамическим расчетом с учетом потерь на водяное охлаждение двигателя.

Коэффициент камеры ϕ_β определялся по зависимости

$$\phi_\beta = \beta_\beta / \beta_\tau.$$

Огневые испытания вихревой форсунки с компланарными каналами подтвердили ее высокую эффективность.

Экспериментальные исследования показали, что число парных каналов N и угол их взаимного пересечения оказывают существенное влияние на качество рабочего процесса экспериментального двигателя. Так, при соотношении компонентов $K_m = 1$ и увеличении угла 2β с 60° до 110° при постоянном числе парных каналов $N = 10$ значение расходного комплекса увеличилось с 1440 до 1570 м/с (рис. 7), а коэффициента камеры с 0,88 до 0,96 (рис. 8). Однако при угле взаимного пересечения каналов $2\beta = 110^\circ$ наблюдалось термическое разрушение форсунок — следствие уменьшения осевой составляющей скорости истечения и интенсивных

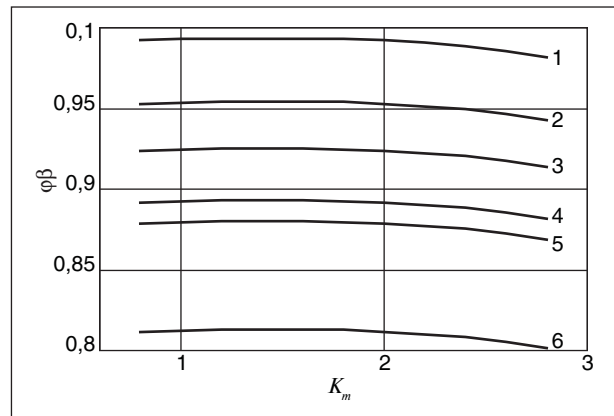


Рис. 8. Зависимость коэффициента камеры от угла 2β , числа каналов и соотношения компонентов топлива: 1 — $N = 17$, $2\beta = 60^\circ$; 2 — $N = 10$, $2\beta = 110^\circ$; 3 — $N = 10$, $2\beta = 90^\circ$; 4 — $N = 10$, $2\beta = 60^\circ$; 5 — $N = 6$, $2\beta = 60^\circ$; 6 — центробежная

обратных токов. Поэтому оптимальным, с точки зрения безопасной работы и получения высоких удельных параметров, признан угол взаимного пересечения каналов $2\beta = 90^\circ$.

Однозначное влияние на качество рабочего процесса в камере сгорания двигателя оказывает и число парных каналов. Так, при увеличении числа каналов с 6 до 17 при постоянном угле $2\beta = 60^\circ$, значение расходного комплекса возросло с 1440 до 1660 м/с (см. рис. 7), а коэффициента камеры — с 0,88 до 0,99 (см. рис. 8). Это связано с улучшением равномерности распределения компонентов по сечению камеры сгорания. Поэтому при прочих равных условиях необходимо выбирать максимально возможное число парных каналов.

Результаты исследования двухкомпонентной центробежной форсунки показали, что при тех же начальных условиях коэффициент камеры не превышает 0,82.

Таким образом, проведенные исследования двухкомпонентной форсунки внутреннего смешения с компланарными каналами показали целесообразность их применения в качестве высокоэффективных смесительных элементов тепловых двигателей и камер сгорания различного назначения.

Литература

1. Добровольский М. В. Жидкостные ракетные двигатели. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005. — 396 с.
2. Васильев А. П., Кудрявцев В. М., Кузнецов В. А. и др. Основы теории и расчета ЖРД: Т. 1. / Под ред. В. М. Кудрявцева. — М.: Высшая школа, 1993. — 368 с.
3. А. С. № 1153598 СССР. Пневматическая форсунка для огнеструйной горелки.
4. Говард К. П. Характеристики теплопередачи и гидравлического сопротивления теплообменных поверхностей со скошенными каналами // Энергетические машины и установки. — 1965. — №1. — С. 85–101.

5. Орлин С. А., Поснов С. А., Пелевин Ф. В. Теплообмен и гидравлическое сопротивление в щелевых трактах с компланарными каналами // Известия вузов. Машиностроение. — 1984. — №2. — С. 78–84.
6. Орлин С. А., Поснов С. А. Экспериментальное исследование теплообмена и гидравлического сопротивления в кольцевых трактах с компланарными каналами // Труды МВТУ. — 1984. — №417. — С. 9–12.
7. Савостин А. Ф., Тихонов А. М. Исследование характеристик пластинчатых поверхностей нагрева // Теплоэнергетика. — 1970. — №9. — С. 75–78.
8. Бильмаер В. В. Совершенствование теплообменных аппаратов для предприятий сервиса // Материалы IX Международной научно-практической конференции «Наука – сервису». — М.: МГУС, 2004. — С. 90–91.
9. Пелевин Ф. В., Бильмаер В. В., Каплин Л. А. и др. Теплообмен и гидравлическое сопротивление в трактах с компланарными каналами // Деп. Рукопись ВИНТИ 28. 05. 2004, № 907–В 2004.
10. Бильмаер В. В., Пелевин Ф. В. Исследование влияния абсолютных размеров каналов на теплообмен и гидравлическое сопротивление в плоских компланарных трактах // Труды X международной научно-практической конференции «Наука – сервису», в 2 т. Т. 1. — М.: МГУС, 2005. — С. 132–135.
11. Бильмаер В. В., Пелевин Ф. В., Моисеев Е. Ю. и др. Теплообменник для регенерации тепловых вторичных энергоресурсов на предприятиях сервиса // Актуальные проблемы науки на современном этапе. Межвузовский сборник научных трудов. — Ростов-на-Дону, 2005. — С. 236–242.
12. Бильмаер В. В., Пелевин Ф. В. Разработка нового метода интенсификации теплообмена для оборудования предприятий сервиса // Теоретические и прикладные проблемы сервиса. — 2005. — № 3. — С. 15–19.
13. Хьюнт Дж., Холл-Тейлор Н. Кольцевые двухфазные течения. Пер с англ. — М.: Энергия, 1974. — 408 с.

ТЕМАТИЧЕСКИЕ ИЗДАНИЯ

Л. Я. Шубов, М. Е. Ставровский, Д. В. Шехирев.

Технология отходов (Технологические процессы в сервисе): Учебник. — М.: ГОУВПО «МГУС», 2006.

Фундаментальное изложение технологических основ решения проблемы твердых бытовых отходов на основе комплексной переработки, оптимизации системы сбора и удаления.

Рассмотрены проблемы утилизации других отходов потребления (автолом, металлолом и др.) Представленный в книге материал рассматривает во взаимосвязи все технологические аспекты обращения с отходами с позиций экологии, экономики, ресурсо- и энергосбережения.

Учебник предназначен для студентов технических, технологических и экономических специальностей. Представляет интерес для специалистов, работающих в системе инженерного обеспечения городского хозяйства и использования вторичных ресурсов.

П. И. Рогов, Н. М. Конопальцева. Конструирование мужской одежды для индивидуального потребителя: Учебное пособие для сред. проф. образования. — М.: Издательский центр «Академия», 2006. — 384 с.

Приведены особенности телосложения, пропорций и осанки мужских фигур, характеристика их морфологической изменчивости в зависимости от различных факторов. Кратко описаны принципы построения чертежей конструкций в различных методах конструирования. Детально рассмотрен расчетно-мерочный метод конструирования одежды. Приведены расчеты и построение чертежей конструкций различных видов мужской одежды на индивидуальные фигуры с различными особенностями телосложения.

Для студентов образовательных учреждений среднего профессионального образования. Может быть использовано студентами вузов соответствующего профиля при изучении дисциплины «Конструирование одежды» и специалистами, занимающимися конструированием мужской одежды.

Разработка технологии процесса прогнозирования показателей качества одежды

Т. В. Медведева

Российский государственный университет туризма и сервиса

Системный подход к управлению качеством продукции предусматривает разработку мероприятий для предотвращения некачественных решений в проектируемом изделии, а не для их фиксации. Процесс проектирования конструкций одежды реализуется по обратному принципу. После разработки модельной конструкции в традиционной технологии проектирования конструкций одежды на проектируемый фасон изделия изготавливается изделие, которое отрабатывается на показатели качества. Полученные изменения вносятся в конструкцию. Этот цикл может происходить неоднократно.

Традиционная технология проектирования сдерживает мобильность и увеличивает трудоемкость процесса проектирования, в то время как разработка технологии прогнозирования показателей качества одежды до материализации проектируемого фасона в конструкцию обеспечивала бы исключение многих неэффективных решений.

Первые работы в этом направлении были выполнены в 80-х годах XX века в ЦНИИШП [1]. Была разработана методика оценки материалоемкости одежды по эскизу проектируемого фасона. Однако последующие изменения экономической политики в стране не позволили развить это направление. Широкое внедрение в практику проектирования конструкций информационных технологий и наличие различных графических программ в настоящее время позволяют осуществить реализацию этих работ.

В основу разработки технологии прогнозирования показателей качества одежды были положены следующие принципы:

- формирование, измерение и оценка показателей качества одежды осуществляется не по готовому образцу изделия, а с использованием инструментария — инженерно заданной системы «человек — одежда» до разработки проектно-конструкторской документации;

- оценка показателей качества конструкций одежды осуществляется не в ручном, а в автоматизированном режиме проектирования с использованием современных графических программ, например AutoCAD;

- определение фактически достигнутых значений показателей качества осуществляется по графическим элементам, визуально отображающим тот или иной художественно-конструктивный показатель фасона инженерно заданной системы «человек — одежда».

Инженерно заданная система «человек — одежда» (или графическая модель одежды — ГМО) представляет собой уже формализованную и реальную графическую модель проектируемого объекта. Поэтому установленные принципы позволяют максимально использовать метрологические методы определения показателей качества, основанные на прямых измерениях, а не на органолептических ощущениях специалистов различного уровня квалификации, а также осуществлять формирование и прогнозирование показателей качества до разработки проектно-конструкторской документации на проектируемое изделие.

Целью прогнозирования показателей качества является отсечение и корректирование несоответствующих базовым значениям показателей качества с оценкой их по графическим элементам инженерно заданной системы «человек — одежда» до разработки проектно-конструкторской документации на проектируемое изделие.

В качестве системы показателей качества была выбрана их номенклатура по иерархической модели, разработанной Е. Б. Кобляковой [2]. Эта система обладает рядом преимуществ, к которым относится возможность ее дальнейшего развития и пополнения. Анализ показателей качества женской одежды [3] позволил определить, что до разработки ПКД на инженерно заданной системе «человек — одежда» могут быть оценены, а следовательно, спрогнозированы и сформированы.

- все показатели функционального соответствия на 4-м уровне (соответствие современному образу жизни — K_{1121} , конкретной обстановке труда и отдыха — K_{2121} , внешнему образу потребителя — K_{1221} , возрастным психологическим особенностям — K_{2221});

- два показателя социального соответствия 3-го уровня (соответствие прогнозу потребитель-

ского спроса — K_{111} , частично конкурентоспособность изделия на внутреннем и мировом рынке — K_{211}), которым на 4-м уровне могут соответствовать как минимум пять показателей;

- три показателя эстетического соответствия на 3-м уровне (новизна проектируемого фасона изделия и конструкции — K_{131} , степень совершенства композиции — K_{231} и частично товарный вид изделия — K_{331}), имеющих девять показателей на 4-м уровне;

- четыре показателя эргономического соответствия на 4-м уровне (частично статическое соответствие — K_{1141} , частично динамическое — K_{2141} , частично удобство пользования отдельными элементами одежды — K_{2341} и надевания и снятия одежды — K_{1341});

- два показателя стандартизации на 4-м уровне (степень унификации — K_{1112} и повторяемости — K_{2112} деталей в проектируемом фасоне изделия);

- три показателя технологичности конструкции изделия на 4-м уровне (частично прогрессивность конструкции — K_{1122} , материалоемкость изделия — K_{3122} , трудоемкость изготовления и проектирования изделия — K_{2122}).

По инженерно заданной системе «человек — одежда» в силу известных причин не могут быть определены такие показатели качества, как:

- эксплуатационные и эргономические (по гигиеническому соответствию одежды);
- показатели производственной экономичности проектируемого изделия.

Оценка показателей качества одежды предполагает три процедуры:

- расчет фактически достигнутых значений показателей качества ($P_{i\phi}$) для каждого единичного показателя качества;

- сравнение достигнутых значений показателей качества $P_{i\phi}$ с их эталонными (базовыми) значениями $P_{iэ}$, которые должны быть установлены на стадии технического задания в соответствии с заданным уровнем качества проектируемого изделия;

- принятие решения о выполнении дальнейших действий.

При этом существуют три варианта принятия решения по результатам оценки показателей качества:

- изделие утверждается, если фактическое значение показателя качества одежды ($P_{i\phi}$) совпадают с базовым;

- изделие корректируется, если значения $P_{i\phi}$ будут ниже, чем $P_{iэ}$, до тех пор, пока $P_{i\phi}$ не будут равны $P_{iэ}$;

- корректируются $P_{iэ}$, если $P_{i\phi}$ ниже $P_{iэ}$, (решение неэффективное и характерно для предприятий с низким инженерно-техническим уровнем процесса проектирования).

Установлено, что до разработки проектно-конструкторской документации на инженерно заданной системе «человек — одежда» могут быть оценены, а следовательно, спрогнозированы и сформированы около 60% всех единичных показателей качества. К основным из них относятся:

- все показатели функционального соответствия (соответствие современному образу жизни, конкретной обстановке труда и отдыха, внешнему образу потребителя, возрастным психологическим особенностям);

- два показателя социального соответствия (соответствие прогнозу потребительского спроса и частично конкурентоспособность изделия на внутреннем и мировом рынке);

- три показателя эстетического соответствия (новизна проектируемого фасона изделия и конструкции, степень совершенства композиции и частично товарный вид изделия),

- четыре показателя эргономического соответствия (частично статическое соответствие, частично динамическое, частично удобство пользования отдельными элементами одежды и надевания и снятия одежды);

- два показателя стандартизации (степень унификации и повторяемости деталей в проектируемом фасоне изделия);

- три показателя технологичности конструкции изделия (прогрессивность конструкции, материалоемкость изделия, трудоемкость изготовления и проектирования изделия).

Показатели качества, которые могут быть непосредственно определены по графическим элементам инженерно заданной системы «человек — одежда», приведены в таблице. Дальнейший анализ номенклатуры показателей качества [3] позволил установить новые, не включенные ранее в иерархическую модель, показатели качества одежды (см. таблицу).

Выделены показатели качества одежды, которые должны определяться только при визуализации фигуры потребителя в полный рост и с учетом заданного размера фигуры.

Величины этих единичных показателей качества одежды или соотношение художественно-конструктивных параметров одежды между собой зависят от истинных размеров системы «человек — одежда». Это единичные показатели технологичности конструкции (прогрессивность конструкции, материалоемкость изделия,

Перечень показателей качества, подлежащих определению по графическим элементам системы «человек — одежда»

№ п/п	Наименование показателя качества	Индекс K_i	Единицы измерения
1	Социальные K_{11}		
1.1	Конкурентоспособность (частично)	211	баллы
1.2	Соответствие прогнозу потребительского спроса	111	баллы
2	Функциональные K_{21}		
2.1	Соответствие современному образу жизни	1121	баллы
2.2	Соответствие конкретной обстановке труда и отдыха	2121	баллы
2.3	Соответствие внешнему образу потребителя*	1221	см / баллы
2.4	Соответствие возрастным психологическим особенностям	2221	баллы
3	Эстетические K_{31}		
3.1	Новизна изделия: по силуэту	1131	баллы
3.2	по членению поверхности	2131	см / баллы
3.3	по цветовому решению	3131	баллы
3.4	по форме мелких и отделочных деталей	5131	см / баллы
3.5	Целостность формы	1231	баллы
3.6	Соответствие членения силуэтной форме изделия*	11231	см
3.7	Пластическая выразительность	2231	баллы
3.8	Соответствие формы изделия конструкции и материалам	3231	баллы
3.9	Внешний вид (частично)	1331	см / баллы
4	Эргономические K_{41}		
4.1	Удобство пользования отдельными элементами одежды	2341	см / баллы
4.2	Удобство одевания и снятия одежды	1341	см / баллы
5	Стандартизация и унификация конструкции одежды K_{12}		
5.1	Степень применяемости унифицированной технологии	1212	б/р**
5.2	Степень унификации	1112	б/р
5.3	Степень повторяемости	2112	б/р
5.4	Степень повторяемости изделий в типоразмерном ряду	3112	б/р
5.5	Степень художественно-конструктивного разнообразия СМК*	13112	б/р
6	Технологичность конструкции K_{22}		
6.1	Минимальное количество деталей и соединений*	11122	ед/см
6.2	Рациональное расположение шва по углу φ в изделии*	51122	град
6.3	Степень сопряженности деталей по линиям швов*	61122	см
6.4	Материалоемкость изделия*	13122	см ²
6.5	Трудоемкость изготовления изделия*	32122	мин/с

* Показатели качества, предложенные в настоящей работе.

** Показатели качества, оцениваемые безразмерными величинами.

трудоемкость изготовления изделия), а также психофизиологического соответствия и один из социальных показателей качества.

Такие показатели качества одежды как эстетические, функциональные и эргономические (по антропометрическому соответствию) должны определяться с учетом задания всех особенностей строения фигуры потребителя в системе «человек — одежда».

Показатели качества одежды могут быть определены с использованием всех существующих для этих целей методов:

- на основе прямых измерений элементов единичных показателей качества в физических единицах, например, длина срезов, в см;
 - путем фиксации художественно-конструктивных или конструктивно-технологических элементов в изделии органолептическим путем, например, наличие кармана «листочка», воротника типа «шаль»;
 - методами квалиметрии;
 - на основе комбинации указанных способов.
- Как видно из таблицы, большая часть единичных показателей качества одежды из-

меряется в баллах. Для определения единиц измерения единичных показателей качества одежды, которые могут быть оценены по инженерно заданной системе «человек — одежда», был выполнен их анализ. Установлено, что в настоящее время лишь двенадцать единичных показателей качества (пятого уровня) измеряются в физических единицах. К ним относятся: минимальное количество соединений в изделии (K_{11122}); рациональное расположение шва по углу $\phi_{\text{п}}$ (K_{51122}); степень сопряженности деталей по линиям швов (K_{61122}); трудоемкость изготовления изделия (K_{32122}); материалоемкость изделия с элементами ломаных форм (K_{13122}); соответствие членения проектируемой силуэтной форме изделия (K_{11231}) и др. (см. таблицу).

Для разработки технологии прогнозирования показателей качества необходимо решить три группы задач:

- создание информационного фонда для каждого единичного показателя качества;
- разработка математического обеспечения, обеспечивающего формализацию описания графических элементов инженерно заданной системы «человек — одежда» необходима для количественной оценки показателей качества одежды;
- разработка прикладного программного обеспечения.

Решение двух первых групп задач находится в компетенции пользователей рассматриваемой предметной области. Для формирования информационного фонда по определению единичного показателя качества «Степень художественно-конструктивного разнообразия фасонов в семействе» K_{13112} были выполнены специальные исследования. Показатель K_{13112} определяется через коэффициент художественно-конструктивного разнообразия ($K_{\text{хкр}}$) по формуле

$$K_{\text{хкр}} = \Sigma \text{ХКП } m_i / \Sigma \text{ХКП}_o,$$

где $\Sigma \text{ХКП}$ — количество художественно-конструктивных показателей (ХКП), встречающихся только один раз и в одном фасоне семейства; $\Sigma \text{ХКП}_o$ — общее число ХКП моделей семейства; m_i — коэффициент весомости ХКП.

Целью выполненного исследования [4] было определение значений m_i для максимального числа ХКП самой сложной по художественно-конструктивному построению женской одежды. В результате была разработана классификация коэффициентов весомостей m_i ХКП, сформированная в десять классов.

Для ряда показателей качества было разработано математическое обеспечение. Ввиду

большой сложности объекта система «человек — одежда» с позиций функционального, конструкторского и технологического аспектов каждый из выделенных показателей качества пятого уровня не может быть определен одним измерением. Он будет состоять из их некоторого множества измерений N графических элементов какого-либо типового графического образа художественно-конструктивного показателя [3, 5]. Для однозначного измерения рассматриваемых показателей качества одежды использовалось кодирование элементов графической информации и их классификации в соответствии с работой [5].

Измерение показателей качества на инженерно заданной системе «человек — одежда» производится в два этапа. На первом осуществляется распознавание элементов графической информации, на втором — их измерение. В соответствии с этим можно представить и два вида уравнений. Для первого этапа уравнения для расчета будут одинаковыми для всех элементов графической информации, характеризующих любые показатели качества:

$$\sum_{i=1}^n G_i = K_1 G_1 + K_2 G_2 + \dots + K_i G_i, \quad (1)$$

где G_i — графические элементы инженерно заданной системы «человек — одежда», отображающие художественно-конструктивное или конструктивно-технологическое построение проектируемых фасонов одежды; K_i — коэффициент, определяющий наличие или отсутствие i -го элемента в рассматриваемой системе, принимающий только два значения: 0 — элемент отсутствует; 1 — элемент присутствует; n — количество графических элементов в системе.

Для второго этапа определения фактических значений показателей качества разработано математическое обеспечение для расчета каждого из них. Для производства швейных изделий большое значение имеет технологичность их конструкции K_{22} (см. таблицу). К единичным показателям технологичности конструкции, которые отражаются графически на ГМО, относятся:

- минимальное число соединений деталей;
- рациональное расположение двух пересекающихся швов;
- рациональная форма и расположение рельефных швов и вытачек;
- степень сопряженности деталей по линиям швов и др.

Так, например, расчет показателя «минимальная длина всех срезов деталей» K_{11122} представляется уравнением вида

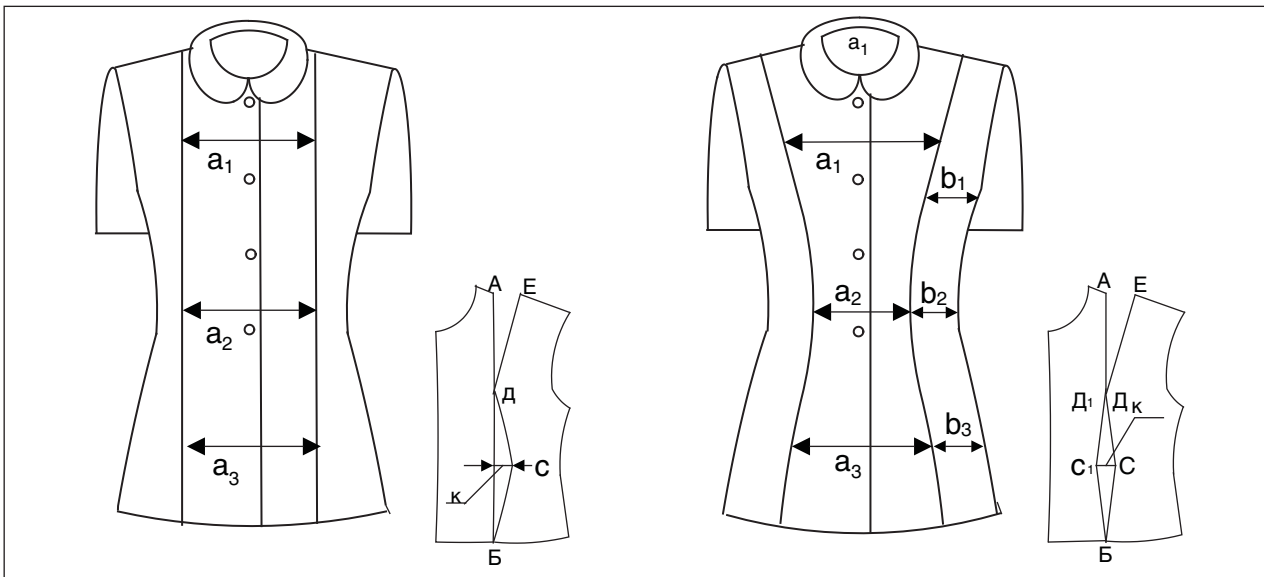


Рис. 1. Схема к определению показателя качества K_{61122} проектируемых вариантов членений поверхности одежды

$$\sum_{i=1}^n Lk_i = \sum_{j=1}^m Lk_j + \sum_{k=1}^{\ell} Lk_k + \sum_{q=1}^p Lk_q, \quad (2)$$

где Lk_j — длина j -го соединительного шва изделия; Lk_k — длина k -го рельефа, Lk_q — длина q -й вытачки. Каждый соединительный шов, рельеф или вытачка в свою очередь может состоять из нескольких более мелких частей в зависимости от количества топографических зон, на которые он попадает. Любой член формулы (2) будет рассчитываться как:

$$Lk_j = L_{nn}K_{rn} + L_{n(n+1)}K_{r(n+1)} + L_{n(n+2)}K_{r(n+2)} \dots + L_{n(n+m)}K_{r(n+m)}, \quad (3)$$

где L_{nn} — проекция начального участка соединительного шва, начало которого определяется точкой n ; $L_{n(n+m)}$ — проекция последнего участка соединительного шва, определяемая конечной точкой $(n+m)$.

В качестве графических элементов используют графическое очертание различных художественно-конструктивных показателей фасонов одежды: линии рельефов, подрезов, вытачек и т. п., что характеризует членение поверхности одежды (рис. 1).

На рис. 1, а, приведено строго вертикальное членение, а на рис. 1, б, — членение, повторяющее силуэтные линии бокового контура изделия. Первый вариант является нетехнологичным по показателю качества «Степень сопряженности деталей по линиям швов» K_{61122} , так как соединяемые срезы АБ и ЕДСБ разнохарактерны по форме и имеют различную длину, а раствор вытачки по линии талии К расположен асимметрично.

Это нетехнологичное художественно-конструктивное решение характеризуется равенством всех расстояний между вертикальными рельефами ($\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3$, см. рис. 1, а). Поэтому измерение соответствующих параметров ГМО в графической среде, например AutoCAD, и их сопоставление по простейшим аналитическим зависимостям позволяет его исключить.

Варианты членения поверхности изделия могут быть очень разнообразны (рис. 2). При определении показателя качества «Рациональное расположение шва по углу φ в изделии» K_{51122} возникает задача оценить спроектированный вариант угла α_{ϕ} на ГМО и при необходимости заменить его более технологичным решением. Острые углы в конструкциях ($\alpha_k < 40^\circ$), образуемые двумя пересекающимися срезами и двумя пересекающимися швами в фасоне изделия на ГМО (α_{ϕ}), являются нетехнологичными решениями. Однако углы α_{ϕ} и α_k неравны друг другу.

На выпуклых поверхностях $\alpha_{\phi} < \alpha_k$, на вогнутых — $\alpha_{\phi} > \alpha_k$. Возникает задача оценить спроектированный вариант угла α_{ϕ} и при необходимости заменить его более технологичным решением. Однако точные соотношения между α_{ϕ} и α_k неизвестны. Они зависят от поверхности фигуры потребителя, его пола, размера, вида одежды, технологической обработки изделия и др.

На основе специального исследования [3] были определены аналитические зависимости вида $Y_i = ax^2 + bx + c$, позволяющие принять эффективное решение: при $\alpha_k \leq 40^\circ$ исключить неэффективное решение, заменив его новым

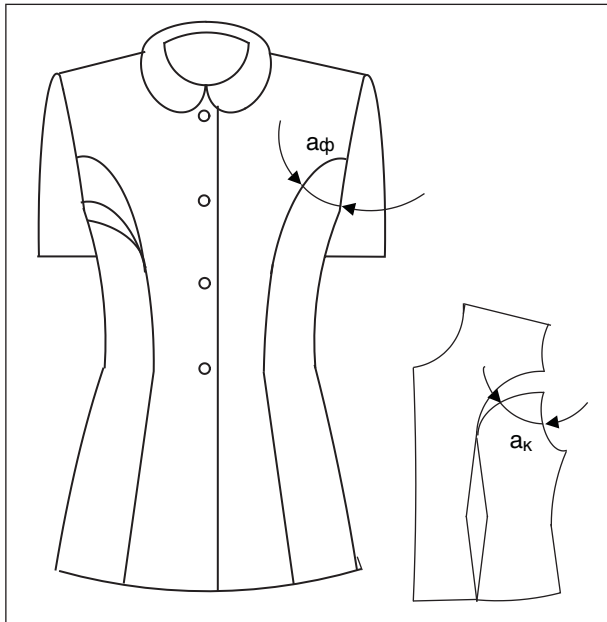


Рис. 2. Схема к определению углов α_{ϕ} и α_{κ} на ГМО и в конструкции полочки для определения показателя качества K_{51122}

значением $60^\circ > \alpha_{\kappa} > 40^\circ$, в большей степени приближенным к исходному варианту, или оптимальным $\alpha_{\kappa} \geq 60^\circ$, если проектируемый фасон изделия это допускает. Фрагмент аналитической зависимости для одного из вариантов рельефа, выходящего из проймы полочки, приведен на рис. 3.

При оценке показателей функционального соответствия K_{1221} (см. таблицу) возникает задача определения соответствия изделия внешнему образу фигуры потребителя или поиска наилучшего варианта.

Например, для создания эффекта более узкой талии фигуры потребителя, или адаптации

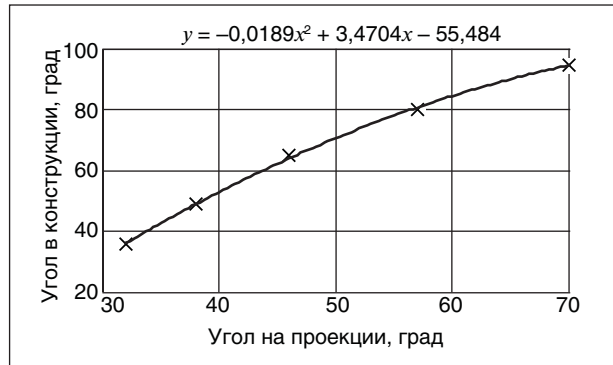


Рис. 3. График зависимости изменения угла α_{ki} между рельефом и проймой на конструкции полочки от расположения и величины его проекции α_{ϕ_i} на ГМО для определения показателя качества K_{51122}

изделия для конкретной фигуры (в том случае, если ее поперечный диаметр талии излишне велик), должны быть использованы другие аналитические зависимости (рис. 4).

Кроме того, при некоторых художественно-конструктивных решениях возникает зрительная иллюзия «распираания» вертикальных рельефов в области талии (см. рис. 1, а, размер a_2 и рис. 4, а), что, естественно, не украшает образ потребителя, и поэтому это решение также необходимо исключить.

Так, для создания более стройной талии должны выполняться следующие соотношения: $a_1 > a_2 < a_3$ и $b_1 = b_2 = b_3$ или $a_1 > a_2 < a_3$ и $b_1 > b_2 < b_3$ (см. рис. 4, б-г). Для создания изделия с зрительно зауженной линией бедер и расширенной линией плечевого пояса соотношения будут другими: $a_1 > a_2 < a_3$, но $a_1 > a_3$, $b_1 > b_2 < b_3$, но $b_1 > b_3$ (см. рис. 4, г). И, наоборот, для подчеркивания ширины бедер по отношению к ширине плеч, со-

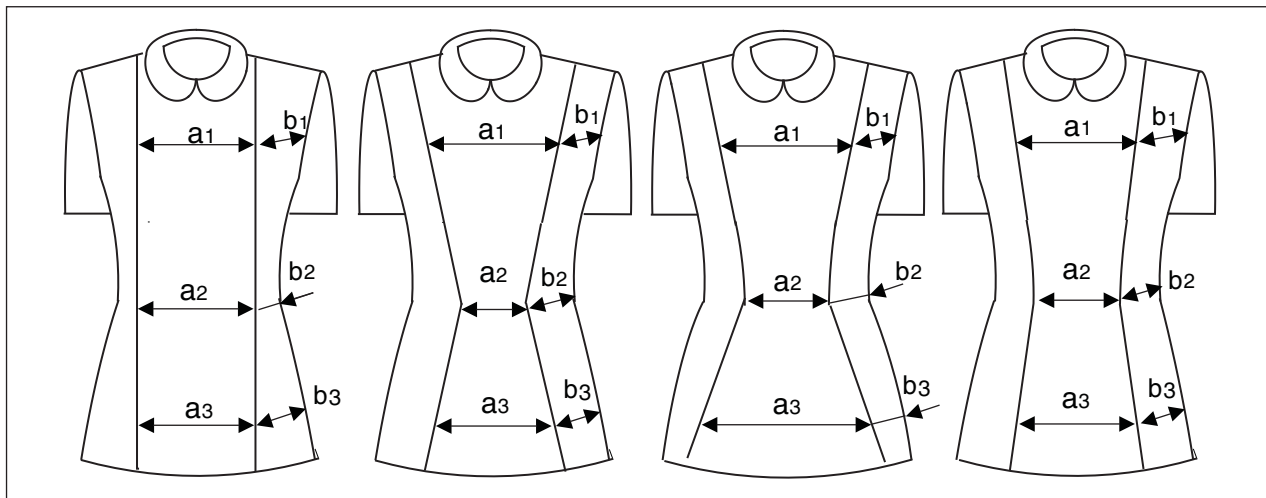


Рис. 4. Варианты формы вертикальных рельефов из плечевых швов полочки

отношения будут выглядеть так: $a_1 > a_2 < a_3$, но $a_1 \leq a_3$, $b_1 > b_2 < b_3$, но $b_1 \leq b_3$, (см. рис. 4, б–г).

Таким образом, простейшие аналитические зависимости, определяющие расположение и размеры графических элементов на ГМО относительно друг друга, и составленные на основе учета практического опыта моделирования и конструирования одежды, позволяют в автоматизированном режиме определять и оценивать многие показатели качества одежды.

Все рассмотренные показатели качества могут быть определены по художественно-конструктивным показателям графических моделей одежды как в системе 2-CAD, так и цифровым моделям одежды в системе 3-CAD.

Разрабатываемая технология прогнозирования показателей качества одежды легка в освоении, позволяет повысить квалификацию проектировщика, повысить социальный статус конструктора одежды и культуру проектирования.

Литература

1. Попандопуло В. Н. Анализ экономичности моделей одежды. — М.: Легпромбытиздат, 1989. — 95 с.
2. Коблякова Е. Б. Основы проектирования рациональных размеров и форм одежды. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. — 208 с.
3. Медведева Т. В. Развитие основ формирования качества при проектировании конструкций одежды. Монография. — М., 2005. — 290 с.
4. Медведева Т. В., Лапина Т. М. Исследование влияния художественно-конструктивных показателей на визуальное восприятие моделей одежды // Вестник МГУС. Технология. — 2007. — № 3. — С. 58–62.
5. Медведева Т. В. Исследование и формирование графической информации для использования в информационных технологиях процесса проектирования конструкций одежды // Сборник избранных докладов Международных научно-практических конференций «Наука сервису». Выпуск «Техника и технология сервиса». — М., 2007. — С. 117–126.

ТЕМАТИЧЕСКИЕ ИЗДАНИЯ

И. Э. Грибут, В. М. Артюшенко, Н. П. Мазаева. Автосервис:

Станции технического обслуживания автомобилей.

Учебник / Под ред. проф. Ю. П. Свириденко

В учебнике рассмотрены вопросы эффективного функционирования станций технического обслуживания автомобилей (СТОА).

В первом разделе подробно освещены основополагающие положения поддержания автомобилей в работоспособном состоянии, включающие как современные технологические процессы, так и методы технологического расчета и проектирования СТОА, информационные системы обеспечения деятельности СТОА, мероприятия по обеспечению экологической безопасности и организации труда на СТОА.

Во втором разделе, посвященном эффективному функционированию СТОА, рассмотрены вопросы экологической эффективности от внедрения новой техники и совершенствования организации труда. Подробно рассмотрены вопросы маркетинговой деятельности и оценки конкурентоспособности СТОА. Рассмотрены основные положения бизнес-планирования деятельности предприятия с учетом особенностей рыночных отношений.

Математическая модель коагуляции, протекающей в проточном реакторе полного перемешивания

Г. Н. Лукашева, Д. М. Буткевич

Российский государственный университет туризма и сервиса

Проблемы экологии и здоровья населения достаточно остро стоят во многих странах и регионах. Одна из проблем этого комплекса — это качество питьевой воды. Известно, что длительное потребление некачественной питьевой воды является причиной различных соматических заболеваний. Серьезность проблемы для Российской Федерации представлена в Федеральной целевой программе «Чистая вода». В соответствии с современными требованиями к качеству питьевой воды технологии водоподготовки должны обеспечивать содержание остаточного алюминия не более 0,2 мг/л в отличие от ранее принятого норматива 0,5 мг/л. Однако многие водопроводные станции РФ не могут не только обеспечить норматив 0,2 мг/л, но и ранее принятое значение 0,5 мг/л, особенно в сезоны паводков [1]. Данная ситуация требует постановки и решения соответствующей технологической задачи.

Основной тенденцией совершенствования реагентной водоподготовки в России является переход при коагуляции от сернокислого алюминия к оксихлоридам или полиоксихлоридам алюминия. Однако, несмотря на успехи в применении этого класса реагентов, во многих случаях поставленная задача не может быть решена [1]. Причины этого до сих пор остаются невыясненными, и в связи с этим первая задача, которую необходимо было поставить, это — анализ и систематизация результатов, полученных в технологических экспериментах [2, 3]. Технологический процесс реагентной очистки воды определяется многими факторами и потому является сложным, а для его совершенствования после анализа результатов технологических экспериментов и выявления основных тенденций при его эволюции, как сложной системы, должна быть поставлена вторая задача. Эта задача, прежде всего, включает разработку адекватной математической модели, которая должна соответствовать тем особенностям протекания процесса коагуляции, которые определяют эффективность очистки воды.

Проектирование и создание новых высокоэффективных технологических процессов

объединяется общей стратегией системного исследования химико-технологических систем [4]. В рамках этой стратегии первым уровнем общей задачи является построение математических моделей отдельных элементов и на их основе полной математической модели химико-технологической системы. При такой постановке вопроса предполагается, что математическая модель должна отражать сущность функционирования химико-технологической системы как единого целого. Для этого в модели должны быть представлены важнейшие стороны технологического процесса. Однако когда существо технологического процесса является не вполне ясным, тогда математическая модель может стать эффективным «инструментом» исследования отдельных стадий и технологического процесса в целом.

Система химический процесс – реактор, является сложной, и в то же время число химических процессов, аппаратов и технологических режимов весьма велико, поэтому при математическом описании, как правило, используется система допущений, позволяющая, с одной стороны, выделить описываемый процесс из совокупности других, а с другой — упростить описание. Логика построения математического описания химико-технологического объекта (химический процесс + реактор + технологический режим) отработана в классических трудах и описана в учебниках и монографиях, также ставших классическими: А. Г. Касаткина [5], О. Левеншпиля [6], И. П. Мухленова [7] и др. Эта логика сводится к следующему: исходя из физико-химической модели строится система допущений и одновременно система уравнений массового баланса. Гидродинамический режим, реализуемый в реакторе, исследуется и описывается с целью формализации системы допущений, т. е. отображения ее в форме количественных соотношений. Эти соотношения, получаемые методами теории подобия и размерностей, позволяют упростить уравнения материального баланса и свести их к уравнениям идеальных реакторов: к уравнениям реактора идеального смешения или идеального вытеснения. Если ни один из

этих «крайних» случаев модельного реактора не является адекватным реальному процессу, тогда приходится использовать смешанные или ячеичные модели.

Современные подходы к математическому моделированию и средства вычислительной техники позволяют формулировать и решать более сложные задачи, однако логика построения математической модели остается той же самой, что и разработанная в классических трудах. Эта логика сводится к тому, что первоначально разрабатывается несколько моделей исходя из общих соображений о процессе и возможных средствах его реализации – аппаратурного оформления. На следующем этапе расчетные зависимости, полученные с помощью моделей, сравниваются качественно с зависимостями, фиксируемыми экспериментально. На последнем этапе выбирается та модель, которая дает расчетные зависимости, качественно подобные или наиболее близкие к тем зависимостям, которые фиксируются экспериментально, и затем определяются значения параметров модели сопоставлением расчетных и экспериментальных зависимостей. Подобную процедуру называют верификацией математической модели, и она после физико-химической интерпретации ее результатов в виде численных значений параметров, определенных по экспериментальным данным, позволяет сформулировать задачу оптимизации технологического процесса. Однако следует понимать, что решение данной задачи даст оптимальные значения параметров только в рамках выбранной модели и принятой системы допущений.

В этой и последующих работах ставится цель разработать несколько вариантов математической модели процесса осветления природных вод обработкой их коагулянтами при реализации в осветлителях со взвешенным осадком. Термин «взвешенный осадок» или «взвешенный слой осадка» используется в технологии водоподготовки, а в химической технологии для подобного типа химико-технологических объектов приняты термины «псевдооживленный слой» или «кипящий слой». В работе предпринята попытка наметить пути решения одной из задач водоподготовки — снижение «остаточного» алюминия в обработанной воде с привлечением средств математического моделирования коагуляции в режиме псевдооживленного слоя. Сложность этой задачи, прежде всего, заключается в том, что коагуляция при гидролизе коагулянтов имеет очень сложную кинетику. Дополнительные сложности определяются также и тем, что природные

воды являются сложными объектами по своему составу, поскольку содержат различные примеси: взвешенные вещества, коллоидные примеси (в основном это — органические вещества природного происхождения — «водный гумус»), электролиты и растворенные газы.

В качестве основы первой модели принимается предположение, что слой взвешенного осадка можно представить в виде проточного реактора полного перемешивания (другой термин для этого объекта — реактор идеального смешения). В реактор поступает поток воды, содержащий зародыши хлопьев коагулянта, которые сформировались при гидролизе в смесителе. В воде также содержится коагулянт в форме «ионного» алюминия, который не вошел в состав зародышей и который в ходе дальнейшего процесса будет «дорастивать» зародыши до хлопьев и мелких хлопьев до крупных. При этом можно полагать, что собственно захват «ионного» алюминия растущими хлопьями может реализовываться по механизму адсорбции (ионообменной адсорбции). Из реактора выходят два потока: поток очищенной воды, профильтрованной через слой взвешенного осадка, и поток, отводящий хлопья коагулянта в зону осаждения осветлителя, где отсутствует восходящий поток воды. В потоке обработанной воды содержится «остаточный» алюминий, который может присутствовать в двух формах. Первая — это «ионный» алюминий. Вторая — это гидролизованное соединение гидроксида алюминия полимерного характера, которые можно назвать олигомерами, т. е. мелкие (коллоидного размера) хлопья или зародыши хлопьев, которые практически не подвержены осаждению.

В связи с тем что интерес представляет вынос «остаточного» алюминия с потоком очищенной воды, модель следует формулировать как нестационарную. На этой модели можно исследовать устойчивость стационарного состояния реактора, а также оценить путем вычислительных экспериментов время установления стационарного состояния (время релаксации) и, кроме того, отклик процесса на различного рода возмущения (расхода, концентрации примесей и коагулянта).

В первом варианте модели можно принять классическую кинетику коагуляции, подчиняющуюся уравнению Смолуховского, а также ту же кинетику, но с учетом поправок, т. е. рассмотреть кинетику «быстрой» и «медленной» коагуляции. В этом случае распределение хлопьев по размерам будет определяться кинетикой, в которой степень завершенности коагуляции будет фик-

сироваться временем, которое равно времени пребывания реакционной смеси в реакторе. Материальный баланс по коагулянту и взвеси будет определяться соотношением равенства по массе этих компонентов в поступающем потоке (J_0) и в потоке (J_2), отводимом в зону осаждения, за вычетом той части, которая с потоком очищенной воды (J_1) будет уноситься в форме «остаточного» алюминия и остаточной мутности.

В этом же варианте модели предполагается, что «ионный» алюминий поглощается растущими хлопьями, по механизму адсорбции. Предполагается также, что адсорбция при равновесии подчиняется уравнению Ленгмюра. Однако в рассматриваемом случае интерес представляет кинетика адсорбции, поэтому дополнительно предполагается, что кинетически процесс проходит так, что равновесие адсорбции «по Ленгмюру» немного смещено в сторону поглощения адсорбата. Поскольку «избыточный» осадок из взвешенного слоя постоянно удаляется с потоком J_2 , то можно полагать, что поверхность адсорбции является величиной постоянной. Таким образом, предполагается, что динамически при равновесии соответствующих потоков реализуется «статика», т. е. динамическое равновесие. Это динамическое равновесие в отличие от классического равновесия в химической кинетике, когда равны скорости прямой и обратной реакций, в данном случае будет означать равенство скорости адсорбции и скорости отвода из реактора образующегося продукта (стационарное состояние).

В теории Смолуховского коагуляция описывается дифференциальным уравнением для кинетики второго порядка

$$\frac{dn_{\Sigma}}{dt} = -kn_{\Sigma}^2, \quad (1)$$

где n_{Σ} — суммарная концентрация коагулирующих частиц; в разных вариантах теории кинетическую константу k представляют в виде $k = k_{mn} = 4\pi R_{mn} D_{mn}$, где R_{mn} — сумма радиусов частиц классов m и n ; D_{mn} — сумма коэффициентов диффузии частиц классов m и n ($D_{mn} = D_m + D_n$); или в виде $k = 8RT/3\eta$, где η — динамическая вязкость; R — универсальная газовая постоянная. Размерность кинетической константы k — м³/моль·с; размерность n_{Σ} — моль/м³ (кроме того, используется представление $k = 8k_B T/3\eta$, где k_B — константа Больцмана).

Решение уравнения (1) имеет вид (начальное условие: $t_0 = 0, n_{\Sigma} = n_0$)

$$n_{\Sigma} = \frac{n_0}{1 + kn_0 t} = \frac{n_0}{1 + (t/\tau_k)}, \quad (2)$$

где $t_k = 1/kn_0$. Введем безразмерное время коагуляции $\hat{t} = t/\tau_k$ или $\hat{t} = kn_0 t$.

Коагуляция, как процесс агрегации, предполагает, что частицы принадлежат классам агрегатов, которые содержат разное число первичных частиц (мономеров). Общее число частиц всех классов есть n_{Σ} , т. е.

$$\sum_{i=1}^{\infty} n_i = n_{\Sigma}. \quad (3)$$

Число частиц i -го класса в теории Смолуховского определяется уравнением

$$n_i = n_0 \frac{\hat{t}^{i-1}}{(1 + \hat{t})^{i+1}}. \quad (4)$$

В этом случае число мономерных частиц составит

$$n_1 = n_0 \frac{1}{(1 + \hat{t})^2}; \quad (5)$$

число димеров

$$n_2 = n_0 \frac{\hat{t}}{(1 + \hat{t})^3}; \quad (6)$$

число тримеров

$$n_3 = n_0 \frac{\hat{t}^2}{(1 + \hat{t})^4} \text{ и т. д.} \quad (7)$$

В связи с тем, что известно общее число частиц в момент времени \hat{t} , можно рассчитать долю частиц каждого i -го класса:

$$\beta_i = \frac{n_i}{n_{\Sigma}} = \frac{n_0 \hat{t}^{i-1}}{(1 + \hat{t})^{i+1}} \frac{1 + \hat{t}}{n_0} = \frac{\hat{t}^{i-1}}{(1 + \hat{t})^i}. \quad (8)$$

Соотношение (8) является распределением общего число частиц по классам, а поскольку классы отличаются размером агрегатов, то и распределением по размерам. Поскольку β_i в (8) представляет долю i -го класса частиц, то сумма долей всех классов в любой момент времени \hat{t} должна быть равна 1, т. е.

$$\sum_{i=1}^{\infty} \beta_i = 1.$$

В связи с этим необходимо проверить выполнение соотношения

$$\sum_{i=1}^{\infty} \beta_i = \sum_{i=1}^{\infty} \frac{\hat{t}^{i-1}}{(1 + \hat{t})^i} = 1. \quad (10)$$

Если соотношение (10) выполняться не будет, тогда необходимо сделать нормировку. Сумму (10) представим в развернутом виде:

$$\frac{1}{1+\hat{t}} + \frac{\hat{t}}{(1+\hat{t})^2} + \frac{\hat{t}^2}{(1+\hat{t})^3} + \dots = \frac{1}{1+\hat{t}} \left(1 + \frac{\hat{t}}{1+\hat{t}} + \left(\frac{\hat{t}}{1+\hat{t}} \right)^2 + \left(\frac{\hat{t}}{1+\hat{t}} \right)^3 + \dots \right). \quad (11)$$

В (11) в скобках имеем геометрическую прогрессию, для j -того члена которой можем записать $a_j = a_1 q_{j-1}$ (здесь $a_1 = 1$, $q = \hat{t}/(1+\hat{t})$, $j = 1, 2, 3, \dots$). Так как $\hat{t} < 1+\hat{t}$ (при $\hat{t} > 0$), то прогрессия является убывающей. Для суммы бесконечно убывающей геометрической прогрессии получим

$$S_\Sigma = \frac{a_1}{1-q} = \frac{1}{1 - (\hat{t}/(1+\hat{t}))} = 1 + \hat{t}. \quad (12)$$

Сумма членов ряда (11) в соответствии с (12) составит

$$\frac{1}{1+\hat{t}} (1+\hat{t}) = 1. \quad (13)$$

Тем самым установлена справедливость (10) и никакой дополнительной нормировки не требуется.

Далее необходимо рассчитать поверхность всех агрегатов, приходящуюся на единицу объема реактора (на единицу объема слоя взвешенного осадка). Пусть общая масса коагулирующих частиц в единице объема взвешенного слоя составляет M_0 (массовая концентрация кг/м³). Число частиц в начальный момент $t_0 = 0$ составляет

$$N_0 = n_0 N_A, \quad (14)$$

где N_A — число Авогадро, част./моль (число частиц в одном моле); n_0 — мольная концентрация частиц, моль/м³; N_0 — численная концентрация частиц, част./м³. Масса мономера составит, кг/част

$$m_1 = \frac{M_0}{N_0}. \quad (15)$$

Средняя масса агрегата составит

$$m_{cp} = \frac{M_0}{N_\Sigma} = \frac{M_0}{n_\Sigma N_A}, \quad (16)$$

где N_Σ — суммарное текущее число агрегатов в единице объема, кг/част. Поскольку

$$n_\Sigma = \frac{n_0}{1+\hat{t}}, \text{ то}$$

$$m_{cp} = \frac{M_0}{n_\Sigma N_A} = \frac{M_0}{\frac{n_0}{1+\hat{t}} N_A} = \frac{M_0}{n_0 N_A} (1+\hat{t}) = \frac{M_0}{N_0} (1+\hat{t}) = m_1 (1+\hat{t}). \quad (17)$$

Таким образом, средний агрегат будет содержать следующее число мономерных частиц

$$\gamma_{cp} = \frac{m_{cp}}{m_1} = 1 + \hat{t}. \quad (18)$$

Первоначально будем полагать, что агрегат имеет форму сферы, что позволяет рассчитать площадь поверхности среднего агрегата (в дальнейшем может быть введен фактор формы в качестве подгоночного параметра). Для объема сферического агрегата имеем

$$V_{cp} = \frac{m_{cp}}{\rho_a} = \frac{4}{3} \pi r_{cp}^3, \quad (19)$$

тогда

$$r_{cp} = \left(\frac{3V_{cp}}{4\pi} \right)^{1/3} = \left(\frac{3m_{cp}}{4\pi\rho_a} \right)^{1/3},$$

$$A_{cp} = 4\pi r_{cp}^2 = 4\pi \left(\frac{3m_{cp}}{4\pi\rho_a} \right)^{2/3}, \quad (20)$$

где ρ_a — плотность агрегата (хлопьев коагулянта); V_{cp} , r_{cp} , A_{cp} — средние значения объема, радиуса и площади поверхности агрегата. Отсюда и из (17) следует, что площадь поверхности среднего агрегата является функцией времени

$$A_{cp} = 4\pi \left(\frac{3m_1(1+\hat{t})}{4\pi\rho_a} \right)^{2/3}. \quad (21)$$

Концентрация агрегатов в реакционном объеме равна n_Σ , а общее число агрегатов в единице объема (численная концентрация)

$$N_\Sigma = n_\Sigma N_A. \quad (22)$$

Тогда суммарная поверхность средних агрегатов составит

$$A_{\Sigma cp} = N_\Sigma A_{cp} = n_\Sigma N_A A_{cp} = \frac{n_0 N_A A_{cp}}{1+\hat{t}}, \quad (23)$$

откуда следует, что $A_{\Sigma cp}$ будет следующим образом зависеть от времени коагуляции:

$$A_{\Sigma cp} = \frac{n_0 N_A}{1+\hat{t}} 4\pi \left(\frac{3m_1(1+\hat{t})}{4\pi\rho_a} \right)^{2/3} = \frac{4\pi n_0 N_A}{(1+\hat{t})^{1/3}} \left(\frac{3m_1}{4\pi\rho_a} \right)^{2/3}. \quad (24)$$

Анализ размерности $A_{\Sigma cp}$ (1/м) показывает, что эта величина представляет собою удельную поверхность дисперсной фазы взвешенного слоя осадка, т. е. площадь поверхности хлопьев, отнесенную к единице объема слоя. Эту поверхность будем считать поверхностью адсорбции, которая определяется исходной концентрацией коагули-

рующих частиц, поступающих в реакционный объем (n_0), и временем пребывания этих частиц в реакционном объеме, который в соответствии с поставленной задачей, представляет собою объем реактора идеального смешения.

Представляет интерес оценить различия между средним значением площади поверхности дисперсной фазы взвешенного слоя осадка и площадью поверхности с учетом распределения частиц по массам и размерам. Масса агрегата i -го класса равна

$$m_i = im_1, \quad (25)$$

так как он на i -м шаге включает i мономерных частиц. Между распределением по массе и числом частиц в i -м классе существуют соотношения, вытекающие из (27):

$$\frac{m_i}{m_1} = i, \quad m_1 = \frac{M_0}{n_0 N_A}, \quad m_i = \frac{M_i}{n_i N_A},$$

$$\frac{M_i n_0}{M_0 n_i} = \frac{M_i N_0}{M_0 N_i} = i, \quad (26)$$

где M_i — суммарная масса частиц i -го класса (в единице реакционного объема). Так как M_i — величина, которая неизвестна, то для построения распределения по массам будем использовать соотношение (25). Здесь отметим, что эта величина может быть измерена экспериментально, например, используя метод седиментационного анализа. Однако плотность хлопьев коагулянта очень незначительно отличается от плотности воды, особенно в начале процесса их формирования, поэтому данная экспериментальная задача является весьма сложной. В то же время, по-видимому, из-за процесса старения гелевых структур хлопьев будет существовать и распределение хлопьев по плотностям, так что решение этой задачи в эксперименте будет неоднозначным. Для объема частицы i -го класса можем записать

$$V_i = \frac{m_i}{\rho_a} = \frac{4}{3} \pi r_i^3; \quad (27)$$

радиус частицы i -го класса в предположении того, что она является шаром, составит

$$r_i = \left(\frac{3m_i}{4\pi\rho_a} \right)^{1/3}; \quad (28)$$

площадь сферической поверхности частицы i -го класса составит

$$A_i = \left(\frac{3m_i}{4\pi\rho_a} \right)^{2/3}. \quad (29)$$

Суммарная площадь поверхности всех частиц, входящих в i -й класс, составит

$$A_{i\Sigma} = A_i n_i N_A = 4\pi \left(\frac{3m_i}{4\pi\rho_a} \right)^{2/3} n_0 N_A \frac{\hat{t}^{i-1}}{(1+\hat{t})^{i+1}} =$$

$$= 4\pi n_0 N_A i^{2/3} \left(\frac{3m_1}{4\pi\rho_a} \right)^{2/3} \frac{\hat{t}^{i-1}}{(1+\hat{t})^{i+1}}. \quad (30)$$

Обозначим

$$4\pi n_0 N_A \left(\frac{3m_1}{4\pi\rho_a} \right)^{2/3} = K_m, \quad (31)$$

тогда (30) примет вид

$$A_{i\Sigma} = K_m i^{2/3} \frac{\hat{t}^{i-1}}{(1+\hat{t})^{i+1}}. \quad (32)$$

Преобразуем (34):

$$A_{i\Sigma} = \frac{K_m}{\hat{t}(1+\hat{t})} i^{2/3} \left(\frac{\hat{t}}{1+\hat{t}} \right)^i. \quad (33)$$

Суммарная площадь поверхности частиц всех i классов составит

$$A_{\Sigma} = \sum_{i=1}^{\infty} \frac{K_m}{\hat{t}(1+\hat{t})} i^{2/3} \left(\frac{\hat{t}}{1+\hat{t}} \right)^i. \quad (34)$$

К сожалению, ряд вида

$$\sum_{k=1}^{\infty} k^{2/3} x^k \quad (35)$$

(здесь $k = i$, $x = \hat{t}/(1+\hat{t})$), судя по справочнику [8], не исследовался. Наиболее близкие ряды к тому, который рассматривается, это — $\sum_{k=0}^{\infty} x^k$ (геометрическая прогрессия) и $\sum_{k=0}^{\infty} kx^k$. Из геометрической прогрессии необходимо вычесть первый член:

$$\sum_{k=0}^{\infty} x^k = \frac{1}{1-x}, \quad (36)$$

т. е. $\frac{1}{1-x} - 1 = \frac{x}{1-x}$, тогда

$$\sum_{k=1}^{\infty} x^k = \frac{x}{1-x}, \quad (37)$$

$$\sum_{k=1}^{\infty} kx^k = \frac{x}{(1-x)^2}. \quad (38)$$

Проанализируем замену $i^{2/3}$ на i (меньшую величину на большую), тогда будем использовать ряд (38), или замену $i^{2/3}$ на 1 (большую величину на меньшую), тогда будем использовать ряд (37). В первом случае получим

$$A_{\Sigma} = \frac{K_m}{\hat{t}(1+\hat{t})} \sum_{i=1}^{\infty} i \left(\frac{\hat{t}}{1+\hat{t}} \right)^i, \quad (39)$$

$$A_{\Sigma} = \frac{K_m}{\hat{t}(1+\hat{t})} \frac{1}{1+\hat{t}} \frac{1}{\left(1 - \frac{\hat{t}}{1+\hat{t}}\right)^2} = \frac{K_m}{(1+\hat{t})^2} \frac{(1+\hat{t})^2}{(1+\hat{t}-\hat{t})^2} = K_m. \quad (40)$$

Таким образом, замена $i^{2/3}$ на i в (36) приводит к результату, который не согласуется с физико-химической моделью коагуляции, т. е. (40) означает, что при коагуляции изменения суммарной площади поверхности агрегатов не происходит.

Далее проанализируем замену $i^{2/3}$ на 1. В этом случае получаем

$$A_{\Sigma} = \frac{K_m}{\hat{t}(1+\hat{t})} \sum_{i=1}^{\infty} \left(\frac{\hat{t}}{1+\hat{t}}\right)^i, \quad (41)$$

$$A_{\Sigma} = \frac{K_m}{\hat{t}(1+\hat{t})} \frac{1}{1 - \frac{\hat{t}}{1+\hat{t}}} = \frac{K_m}{1+\hat{t}}. \quad (42)$$

Выражение (42) показывает, что увеличение времени, отведенного на коагуляцию, или времени пребывания реакционной смеси в реакторе (воды в зоне взвешенного осадка) приводит к уменьшению суммарной площади агрегатов, причем темп этого уменьшения, как видно из (42), снижается с ростом \hat{t} . Такое поведение системы коагулирующих частиц вполне соответствует физико-химической модели. Замена $i^{2/3}$ на 1 означает введение фактора формы

$$\varphi = i^{-2/3}. \quad (43)$$

Это означает, что по мере протекания коагуляции форма агрегатов все больше приближается к сферической. Это также вполне соответствует физико-химической модели коагуляции, т. е. качественным представлениям о том, как протекает коагуляция и какие факторы оказывают влияние на характер этого процесса.

Сравним удельную площадь поверхности дисперсной фазы взвешенного слоя осадка, рассчитанной как средняя величина (24), с удельной площадью поверхности, рассчитанной с учетом распределения частиц по размерам и введенного фактора формы (42). Для первого случая имеем

$$A_{\Sigma\text{cp}} = \frac{K_m}{(1+\hat{t})^{1/3}},$$

а для второго —

$$A_{\Sigma} = \frac{K_m}{1+\hat{t}}.$$

Отношение этих площадей

$$\frac{A_{\Sigma}}{A_{\Sigma\text{cp}}} = \frac{K_m}{1+\hat{t}} \frac{(1+\hat{t})^{1/3}}{K_m} = \frac{1}{(1+\hat{t})^{2/3}} \quad (44)$$

приводит к неравенству

$$\frac{A_{\Sigma}}{A_{\Sigma\text{cp}}} < 1 \quad (45)$$

или

$$A_{\Sigma} < A_{\Sigma\text{cp}} \quad (46)$$

(при $t > t_0$, $t_0 = 0$ — время начала процесса). Таким образом, средняя удельная площадь поверхности частиц дисперсной фазы больше, чем та же величина, рассчитанная с учетом распределения частиц по размерам. Этот результат приводит к проблеме выбора той величины, которую следует принять в качестве оценки.

Для оценки эффективности технологического процесса необходимо выбрать наилучший вариант, тогда можно полагать, что реальная ситуация даст лучший результат, чем тот, который прогнозирует модель. Такой подход позволяет обеспечить определенную избыточность технологической системы, т. е. в некотором смысле «запас прочности», и повысить ее надежность. В рассматриваемом случае необходимо выбрать меньшее значение удельной площади поверхности дисперсной фазы, т. е. A_{Σ} . Кроме того, следует отметить, что разница между A_{Σ} и $A_{\Sigma\text{cp}}$ будет возрастать по мере увеличения времени пребывания обрабатываемой воды в реакторе, т. е. в зоне взвешенного осадка осветлителя.

Таким образом, результат процесса коагуляции в реакторе будет определяться двумя временными параметрами: временем половинной коагуляции, т. е. характеристической скоростью коагуляции, и временем пребывания реакционной смеси в реакторе. В данном случае время, которое требуется для достижения определенной степени коагуляции, можно измерять в единицах времени пребывания, и наоборот, время пребывания — в единицах времени половинной коагуляции. Таким образом, в данной технологической системе существуют два временных масштаба.

Литература

1. Драгинский В. Л., Алексеева Л. П., Гетманцев С. В. Коагуляция в технологии очистки природных вод. — М.: Наука, 2005. — 576 с.
2. Лукашева Г. Н., Буткевич Д. М. К систематизации результатов сравнительных испытаний коагулянтов при очистке воды // Технологии нефти и газа. — 2008. — № 3. — С. 10–17.
3. Лукашева Г. Н., Буткевич Д. М. Анализ результатов сравнительных испытаний коагулянтов при очистке воды // Технологии нефти и газа. — 2008. — № 4. — С. 16–20.
4. Кутепов А. М., Бондарева Т. И., Беренгартен М. Г. Общая химическая технология. — М.: Высшая школа, 1985. — 448 с.
5. Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. — М.: ООО ТИД «Альянс», 2005. — 753
6. Левеншпиль О. Инженерное оформление химических процессов. — М.: Химия, 1972. — 376 с.
7. Общая химическая технология. т. 1. Теоретические основы химической технологии / Под ред. И. П. Мухленова. — М.: Высшая школа, 1984. — 256 с.
8. Прудников А. П., Брычков Ю. А., Маричев О. П. Интегралы и ряды. — М.: Наука, 1981. — 799 с.

Требования к оформлению и представлению материалов для публикации

1. К статье должен быть приложен реферат (не более 10 строк).
2. Объем статьи не должен превышать 15 страниц, включая таблицы, список литературы и рисуночные подписи.
3. Материалы для публикации должны быть представлены в двух видах: текст, набранный в программе Microsoft Word на листах формата А4, распечатанный на принтере; дискета или компакт-диск с тем же текстом (файлы формата DOC или RTF), можно также прислать статью с помощью электронной почты. Рисунки представляются в формате EPS или TIFF (300 dpi, CMYK или grayscale), за исключением рисунков, сделанных в программах Microsoft Office (Excel, Visio, PowerPoint и т. д.), которые представляются в оригинале.
4. Текст статьи должен быть распечатан в двух экземплярах через два интервала на белой бумаге формата А4. Слева необходимо оставлять поля шириной 4–5 см. Страницы должны быть пронумерованы.
5. Графическая информация представляется в черно-белом виде (за исключением фотографий). Дублирование данных в тексте, таблицах и графиках недопустимо.
6. Графический материал должен быть выполнен четко, в формате, обеспечивающем ясность всех деталей. Обозначение осей координат, цифры и буквы должны быть ясными и четкими. Необходимо обеспечить полное соответствие текста, подписей к рисункам и надписей на них.
7. Простые формулы следует набирать как обычный текст, более сложные — с использованием редактора формул программы MS Word. Нумеровать нужно формулы, на которые имеются ссылки в тексте. В то же время нежелательно набирать формулы или величины, располагающиеся среди текста, с помощью редактора формул.
8. При выборе единиц измерения необходимо придерживаться Международной системы единиц СИ.
9. Список литературы приводится в конце рукописи на отдельном листе, в тексте указываются только номера ссылок в квадратных скобках, например [2]. Оформление библиографии должно соответствовать ГОСТ 7.1–76.
10. В начале статьи нужно указать полное название учреждения, в котором выполнена работа. Статья должна быть подписана всеми авторами.
11. К статье должны быть приложены следующие сведения: фамилия, имя и отчество (полностью), место работы, а также полный почтовый адрес (с индексом), адрес e-mail и номера телефонов каждого автора, нужно указать также адрес для переписки и контактный телефон.

Исследование процесса изнашивания нетканых материалов от светопогоды

Г. К. Мухамеджанов, Ю. Я. Тюменев, Ю. С. Шустов,
А. В. Курденкова, Ю. В. Назарова, А. Х. Галимулин
ОАО «Научно-исследовательский институт нетканых материалов», г. Серпухов,
Российский государственный университет туризма и сервиса,
Московский государственный текстильный университет им. А. Н. Косыгина

В сервисных технологиях агропромышленного комплекса Российской Федерации, как и в сельском хозяйстве других стран, широко используются текстильные полотна. В последнее время большое внимание вызывают нетканые материалы (НМ), выработанные по различным технологиям. Данные полотна могут использоваться для различных целей, в том числе и в качестве укрывного материала для защиты сельскохозяйственных растений от неблагоприятных условий среды, мульчирования почвы, а также ее осушения.

Производство НМ с каждым годом получает все большее развитие. Принципиально новые технологии, широкие возможности вовлечения в производство различных сырьевых ресурсов, в том числе непригодных для переработки по классическим текстильным технологиям, комбинирование материалов и технологий позволяет создавать НМ с новыми свойствами и использовать их в областях, где ранее текстиль вообще не применялся [1, 2].

Создание НМ стало одним из самых перспективных направлений в текстильной отрасли. Объем и темпы роста их производства несоизмеримо выше, чем в других отраслях текстильной промышленности. В процессе эксплуатации НМ испытывают различные механические, физико-химические, биологические и комбинированные воздействия, в том числе от светопогоды, приводящие к износу материала. Протекание процесса изнашивания зависит в том числе и от износостойкости материала.

Причины (факторы) изнашивания различны и зависят от условий эксплуатации. При оценке износа используют следующие критерии изнашивания:

- снижение прочности, выносливости при многократном деформировании;
- уменьшение кондиционной массы;
- уменьшение числа стирающих циклов до разрушения пробы;
- изменение вязкости раствора вещества волокна;

- увеличение проницаемости;
- количество видимых повреждений (потертостей, дыр, пиллей).

Чаще всего используются первые два критерия. Однако выбор критериев износа для каждого конкретного случая зависит от назначения изделий [4].

Износ текстильных материалов изучают в основном двумя способами:

1) лабораторным изнашиванием образцов на специальных приборах, которое включает облучение на лампах дневного света, смятие, сушку, глажение, отдых, стирание;

2) наблюдением за изнашиванием готовых изделий в условиях эксплуатации (опытная носка).

Взаимосвязь опытной и лабораторной носки позволяет объективно оценивать качество моделирования износа в лабораторных условиях и более точно прогнозировать срок службы изделий. Таким образом, данная взаимосвязь определяется уравнением

$$x = (A/a)^{1/b} z B / b = k z p, \quad (1)$$

где k — коэффициент подобия, $k = (A/a)^{1/b}$; p — показатель подобия, $p = B/b$.

Продолжительность опытной носки весьма значительна и требует больших затрат, поэтому ее заменяют более быстрым лабораторным изнашиванием [5]. На рис. 1 представлен график взаимосвязи опытной и лабораторной носки.

1. Износ текстильных полотен от действия света и светопогоды

Среди различных видов износа текстильных материалов большое значение имеет износ под действием климатических факторов внешней среды. Эти факторы, включающие в себя температуру, влажность воздуха, солнечную радиацию, дождь, ветер и т. д., объединены общим термином «светопогода». Под действием светопогоды происходит старение текстильных материалов, т. е. ухудшение первоначальных свойств материала (механических, оптических

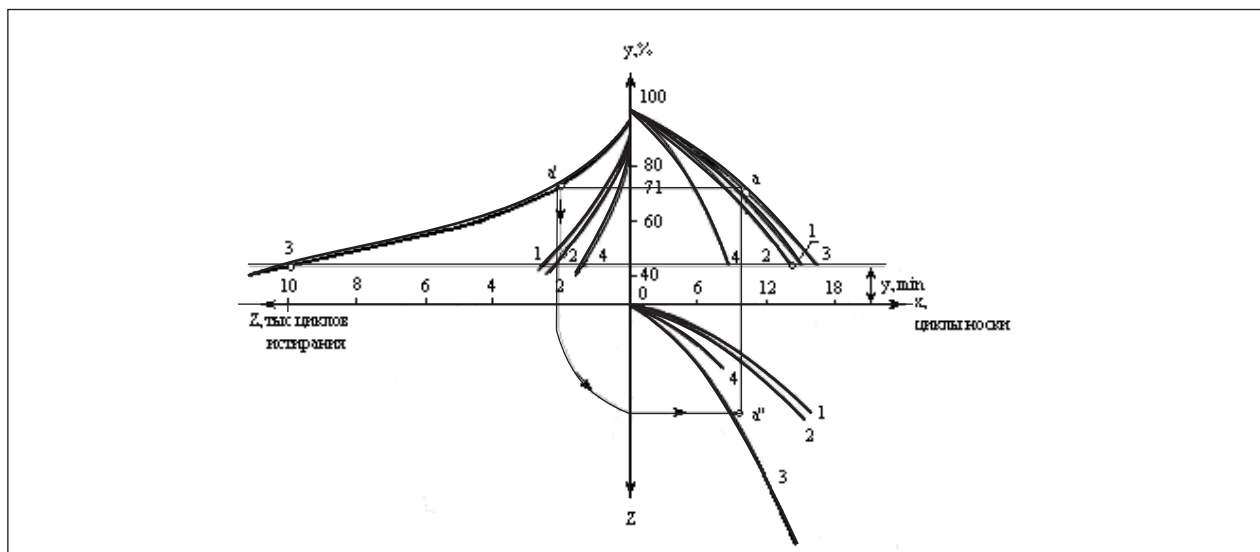


Рис. 1. Взаимосвязь опытной и лабораторной носки, где X — циклы опытной носки; Y — критерий оценки (изменение исследуемой характеристики в %); Z — циклы лабораторного исследования

и др.) или их полное разрушение.

Из климатических факторов внешней среды наибольшее влияние на процесс старения текстильных материалов оказывают свет и влага.

Некоторые полотна (агротекстиль, геотекстиль, кровельные и т. д.), эксплуатируемые в естественных атмосферных условиях, подвергаются внешнему воздействию: солнечного излучения, в особенности его УФ-составляющей; температуры окружающей среды, интервал которой на территории России колеблется в пределах от -71 до $+43^{\circ}\text{C}$; влаги в виде дождя, снега и тумана, а также загрязнения атмосферного воздуха в виде аэрозолей, хлоридов, сернистого газа, кислотных дождей и др. [3].

Известно, что атмосферные воздействия и климатические факторы приводят к фотохимической деструкции, изменению физико-механических и эксплуатационных свойств полимерных материалов и химических волокон. В литературе показатель текстильных и полимерных материалов, характеризующий устойчивость их к атмосферному воздействию, выражают различными терминами: светостойкость, стойкость к светотепловому старению, климатическая стойкость, атмосферостойкость, устойчивость ткани к фотоокислительной деструкции [4]. Мы считаем, что более правильным следует считать термин «светостойкость», так как основную роль в фотохимической деструкции играет УФ-излучение [5].

Светостойкость волокон имеет большое значение при определении возможности исполь-

зования волокон для изготовления различных текстильных изделий. Длительное воздействие света (инсоляция) вызывает понижение прочности, уменьшение удлинения и изменение других свойств волокон вследствие фотохимического распада основного вещества. Чем выше температура и влажность воздуха, тем быстрее происходит разрушение волокна.

Волокна обладают разной устойчивостью к действию света. По устойчивости к действию света волокна можно расположить в следующий ряд: ПАН, ПВХ, шерсть, ПЭФ, виол, лен, хлопок, триацетатное, ацетатное, полинозное и вискозное волокна, ПА, натуральный шелк, хлорин.

Светостойкость волокон может быть увеличена крашением и стабилизацией пигментами. Так, светостойкость капрона увеличивают, добавляя к нему соли марганца или хрома. Матирование химических волокон диоксидом титана несколько понижает светостойкость волокон. Наиболее светостойкими являются шерстяные изделия, наименее — шелковые. Из химических изделий наибольшей стойкостью к свету обладают полиакрилонитрильные и полиэфирные; у полиамидных изделий при длительном воздействии светопогоды значительно ухудшаются первоначальные свойства. Светостойкость натуральных волокон характеризуется следующими данными: прочность волокон хлопка понижается на 50% после инсоляции в течение 940 ч, льна — после 990 ч, шерсти — после 1120 ч, натурального шелка — после 200 ч [4].

Однако стойкость текстильных полотен к действию светопогоды зависит не только от их

волокнистого состава, но и от строения и, в большей степени, от окончательной отделки.

Стойкость текстильных материалов к действию светопогоды изучают:

1) в естественных условиях, при которых факторы старения зависят от метеорологических условий (естественная инсоляция);

2) в искусственных условиях, которые создаются в аппаратах искусственной погоды (АИП) [3].

Недостатком существующих методов светостарения в искусственных условиях является отсутствие темновых пауз, особым образом влияющих на протекание реакций светостарения.

При проведении испытаний необходимо учитывать природу источника лучистой энергии, продолжительность и интенсивность облучения, состав, температуру и влажность окружающей среды, структурно-морфологические особенности волокон, вид отделки волокон и изделий из них, строение пряжи и текстильных полотен [3].

При рассмотрении проблемы светостарения окрашенных волокон следует принимать во внимание старение как следствия на волокне, так и самого материала, т. е. волокна. В фотохимии есть два основных закона, играющих важную роль в понимании процессов выцветания окраски на волокнах:

1) закон Гротгуса — Дрэйпера. Согласно данному закону, фотохимическое действие оказывает лишь поглощенная системой часть света. С этой точки зрения волокно и краситель ведут себя различно, поскольку красители являются мощными приемниками радиации, главным образом в видимой и в меньшей степени в УФ частях спектра, а полимеры в зависимости от их химической структуры — в разных областях УФ-спектра;

2) закон квантовой эквивалентности Эйнштейна. Согласно этому закону, для одного фотохимического акта требуется один квант света (фотон). В настоящее время, однако, имеется указание на то, что возможны фотохимические превращения с поглощением одной молекулой двух квантов. Подобные двухфотонные фотохимические реакции характерны при большой плотности энергии в облучающем световом потоке, которая имеет место при использовании лазерных установок [5].

Чаще всего стойкость текстильных полотен к действию светопогоды характеризуется падением их разрывной нагрузки в процентах:

$$P = (P_k - P_c)100/P_k, \quad (2)$$

где P_k — разрывная нагрузка контрольных (исходных) полосок, даН; P_c — разрывная нагрузка полосок после испытания, даН.

В качестве критерия износа используют также изменение стойкости материала к истиранию и изгибу. [4]

Анализ литературы показал, что исследование светостойкости проводилось в основном для тканей, в то время как изменение свойств нетканых материалов под действием светопогоды изучено недостаточно.

2. Повышение устойчивости текстильных материалов к действию светопогоды с помощью светостабилизаторов

Светостойкость полимерных материалов — это способность полимерных материалов выдерживать действие света, сохраняя при этом внешний вид, физико-механические, диэлектрические и другие свойства. Для ее повышения в полимерные материалы вводят светостабилизаторы [5].

В работе [4] проведено исследование светостойкости нетканых материалов в естественных и искусственных условиях. Установлено, что введение светостабилизаторов повышает прочность материала после действия светопогоды на 23%.

Основная причина световой деструкции материала — ультрафиолетовое излучение в диапазоне длин волн 290–400 миллимикрон. Излучение с большей длиной волн (видимое и инфракрасное) значительно меньше повреждает волокна, чем ультрафиолетовое, но может повысить температуру волокна, что является причиной тепловой или ускоренной ультрафиолетовой деструкции.

За меру светостойкости принимают величину, обратную скорости светового старения, которое характеризуют обычно квантовым выходом фотопревращения (деструкции, сшивания, окисления, разрушения или превращения боковых групп и др.). На практике за меру светостойкости принимают время облучения (или дозу облучения), за которое происходят определенные изменения свойств материала, или его внешнего вида, а также время до поглощения заданного количества кислорода, или накопление определенных количеств продуктов превращения полимера под действием света.

В основном действие светостабилизаторов сводится к поглощению активной части излучения и экранированию полимера. Благодаря использованию светостабилизаторов, скорость

светового старения полимеров снижается в несколько раз (в некоторых системах — на порядок и более). В качестве светостабилизаторов используют неорганические пигменты, органические соединения различной структуры, содержащие хромофорные группы, металлоорганические соединения, стабильные радикалы и др. Механизм действия светостабилизаторов может быть основан на физическом или химическом процессах (при действии некоторых светостабилизаторов могут одновременно протекать процессы обоих типов). Физический механизм связан со способностью светостабилизаторов поглощать ультрафиолет (так называемое экранирование). Максимальной эффективностью характеризуются светостабилизаторы, которые поглощают свет преимущественно в той же области, что и полимер или фотосенсибилизаторы (а также в областях их люминесценции), и всю поглощенную ими энергию преобразуют в тепловую. Последнее может быть достигнуто подбором светостабилизаторов, способных к очень быстрому обратимому химическому превращению в электронно-возбужденном состоянии, фотопереносом электрона в комплексном соединении металла переменной и созданием таких структур светостабилизаторов, которые дают малоактивные возбужденные состояния или благоприятствуют внутренней конверсии, т. е. превращению энергии электронного возбуждения в энергию колебаний или вращения отдельных групп молекулы светостабилизатора. Светостабилизаторы, действующие по химическому механизму, могут ингибировать вторичные (темновые) реакции, в которых участвуют, например, свободные радикалы, образующиеся в результате действия света, реагировать с некоторыми продуктами превращения полимеров, например гидропероксидами, и с фотосенсибилизаторами с образованием более светостойких соединений; взаимодействовать с макромолекулами по их реакционноспособным (слабым) связям и концевым группам [5].

Старение и разрушение полимеров, используемых на открытом воздухе, в основном связано с совместным действием солнечного света и воздуха. Однако другие вещества, которые могут присутствовать в воздухе даже в следовых количествах, способны приводить к значительному сокращению срока службы некоторых полимеров. Основными среди этих веществ являются диоксид азота (NO_2), диоксид серы (SO_2) и озон (O_3). Все эти газообразные загрязнения присутствуют в атмосфере городов, особенно в промышленных районах; их образование связано с использова-

нием ископаемого топлива и осуществлением ряда промышленных процессов.

Одним из наиболее распространенных и перспективных направлений решения названной проблемы является использование специальных добавок, вводимых в полимеры и полимерные композиции и повышающих их светостабильность. По механизму своего защитного действия вводимые добавки могут быть разделены на два типа: соединения химического механизма действия и системы, стабилизирующий эффект которых проявляется уже на начальной физической стадии процесса фотопревращения полимеров.

Роль соединений химического механизма стабилизации заключается в том, что их молекулы вступают в химические реакции с продуктами фотолиза полимеров (чаще всего с радикалами) и переводят последние в неактивное состояние, прерывая цепь превращений. Такие соединения используются для защиты не только от светового воздействия, но и от других факторов, которые вызывают возникновение радикальных процессов деструкции полимеров (окисление, термическое воздействие, механические нагрузки, ионизирующее излучение и др.). К соединениям этого типа относятся антиоксиданты и термостабилизаторы.

3. Исследование поверхности нетканых материалов после действия светопогоды

В последнее время в сельском хозяйстве нашли широкое применение укрывные НМ для защиты сельскохозяйственных растений от неблагоприятных условий среды, мульчирования почвы, в качестве светопропускающих конструкций парников. Данные полотна, эксплуатируемые в естественных атмосферных условиях, подвергаются различным внешним воздействиям. При эксплуатации под комплексным воздействием температуры, атмосферных осадков, биологически активных веществ происходит старение материала, которое выражается в потере прочности. Но наиболее губительным для данного рода материалов, вырабатываемых из полипропилена или полиэфира, является солнечное излучение видимого и ультрафиолетового спектра, которое вызывает образование свободных радикалов в исходном волокнообразующем полимере и, как следствие, его деструкцию.

С целью предотвращения раннего старения укрывных материалов при их производстве в состав исходного полимера вводят различные светостабилизаторы, отличающиеся друг от друга химическим составом, строением, механизмом действия и своей эффективностью.

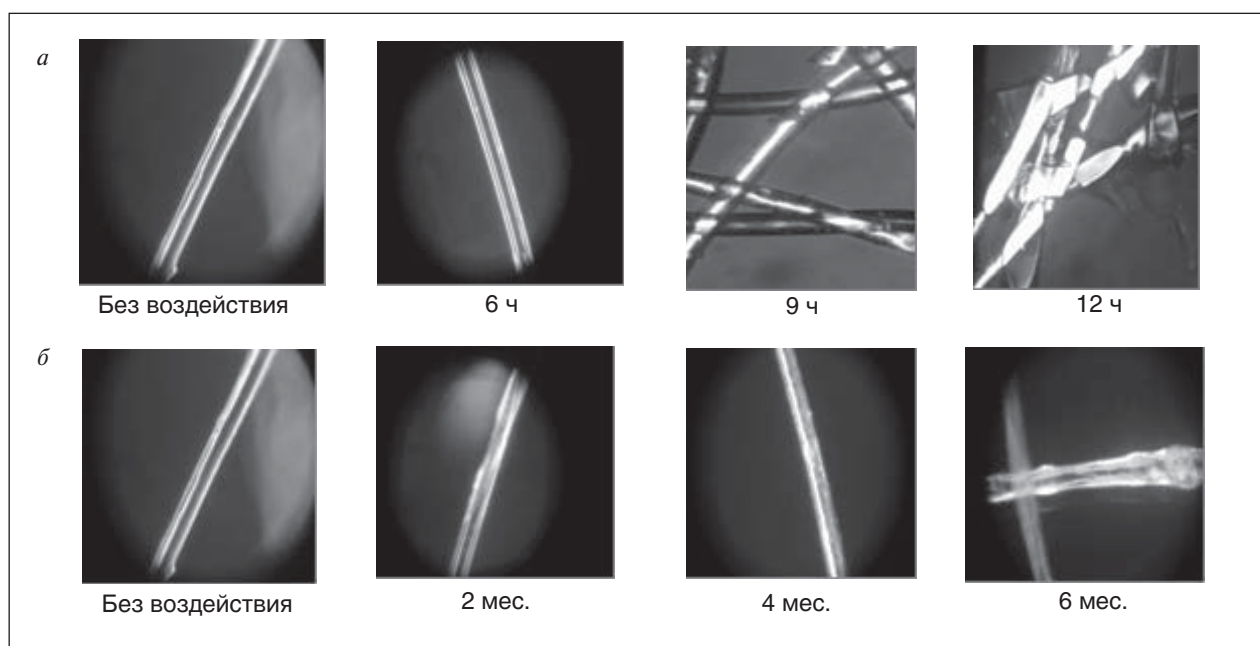


Рис. 2. Фотографии нетканого полотна М-17 после действия светопогоды: *а* — на приборе УКИМ; *б* — естественной светопогоды

Одним из способов защиты таких материалов является введение в процессе производства УФ-светостабилизатора (УФ-СС) [3].

В качестве примера на рис. 2 приведены фотографии волокон из нетканого полотна М-17 после действия светопогоды на приборе УКИМ и естественной светопогоды.

Методом световой и поляризационной микроскопии были обнаружены внешние признаки деструкции волокон полотна после инсоляции, выраженные в характерных поперечных микротрещинах по всей длине волокна, изломах, местами ворсистости, причем их число увеличивалось с увеличением длительности облучения. Волокна мутнели, в то время как до инсоляции имели гладкую прозрачную поверхность.

4. Исследование влияния светопогоды на механические свойства нетканых материалов

НМ в процессе эксплуатации подвергаются действию естественных природных условий, поэтому для оценки качества полотен после действия светопогоды целесообразно использовать лабораторное изнашивание, при котором образцы подвергаются действию различных источников ультрафиолетового излучения.

В качестве критерия для оценки износостойкости нетканых материалов после действия светопогоды используется разрывная нагрузка.

Результаты исследования разрывной нагрузки и разрывного удлинения после облучения

на приборах УКИМ, ПДС и в естественных условиях приведены в качестве примера на рис. 3 в виде графиков разрывной нагрузки М-17. На рисунке видно, что действие светопогоды приводит к снижению механических свойств НМ. При увеличении количества светостабилизатора разрушение полотен происходит более медленно, следовательно, изменение механических свойств происходит незначительно. Облучение на приборе УКИМ происходит быстрее, чем на ПДС. Следовательно, проведение испытаний на установке для климатических испытаний (УКИМ) можно назвать экспресс-методом. Результаты испытаний, полученные на УКИМ, можно считать более достоверными и наиболее приближенными к естественным условиям, так как процесс создания искусственного климата задается, регулируется и контролируется автоматически, испытываемые пробы на протяжении всего опыта находятся в замкнутом пространстве.

Из графиков (рис. 3) видно, что зависимость разрывной нагрузки НМ от длительности действия искусственной и естественной светопогоды с высокой степенью точности определяется линейной функцией следующего вида

$$y = -ax + b, \quad (3)$$

где y — разрывная нагрузка, Н, или разрывное удлинение, %; x — длительность действия светопогоды, ч или мес.

Используя зависимости разрывной нагрузки и разрывного удлинения нетканых материалов от

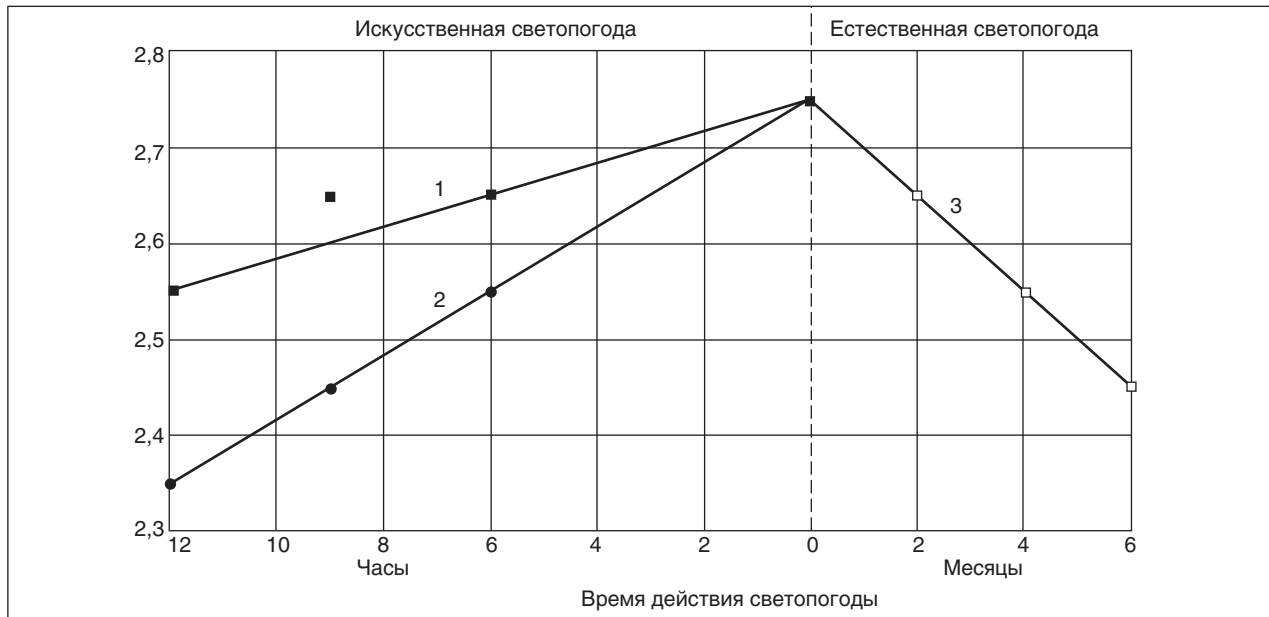


Рис. 3. Зависимость разрывной нагрузки полотна М-17 от длительности действия светопогоды: 1 — искусственная светопогода на приборе ПДС; 2 — искусственная светопогода на приборе УКИМ; 3 — естественная светопогода

длительности действия искусственной и естественной светопогоды, можно определить необходимое как время испытаний в естественных природных условиях, так и соответствующее им время на приборе дневного света ПДС и приборе УКИМ.

Таким образом, выявлено соответствие времени действия естественной и искусственной светопогоды на исследуемые нетканые материалы. Установлено, что 6 мес. действия естественной светопогоды приблизительно соответствует 12 часам действия искусственной светопогоды на приборе УКИМ, что позволяет проводить экспрессный метод оценки качества исследуемых тканей.

Выводы

1. В процессе эксплуатации нетканые материалы агротехнического назначения подвергаются воздействию температуры и влажности,

что оказывает влияние на их механические свойства.

2. Методом световой и поляризационной микроскопии были обнаружены внешние признаки деструкции волокон полотна после инсоляции, выраженные в характерных поперечных микротрещинах по всей длине волокна, изломах, местами ворсистости, причем их число увеличивалось с увеличением длительности облучения. Волокна мутнели, в то время как до инсоляции имели гладкую прозрачную поверхность.

3. Установлено, что действие светопогоды приводит к снижению механических свойств нетканых материалов. Зависимость разрывной нагрузки и разрывного удлинения нетканых материалов от длительности действия искусственной и естественной светопогоды с высокой степенью точности определяется линейной функцией (3).

Литература

1. Тюменев Ю. Я., Мухамеджанов Г. К. К вопросу о классификации и терминологии нетканого технического текстиля // Технический текстиль. — 2006. — № 13.
2. Трещалин М. Ю., Мухамеджанов Г. К., Левакова Н. И. и др. Нетканые материалы технического назначения (теория и практика): Монография. — Ярославль: Изд-во ООО НТЦ «Рубеж», 2007.
3. Мухамеджанов Г. К., Тюменев Ю. Я., Бабенко Л. Г. Оценка светостойкости укрывного материала с разными типами и содержанием УФ-светостабилизаторов // Технический текстиль. — 2005. — № 11. — С. 23–25.
4. Горшкова С. С. Моделирование старения синтетических тканей технического назначения при естественных климатических воздействиях на аппаратах искусственной погоды. Дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. — М.: МТИ, 1988.
5. Кириллова Э. И., Шульгина Э. С. Старение и стабилизация термопластов. — Л.: Химия, 1988.

Создание бытовых кварцевых приборов времени блочно-модульного типа с независимой цифровой и стрелочной индикацией

А. И. Набережных, В. В. Ярабаев
Российский государственный университет туризма и сервиса

Создание наручных кварцевых часов и освоение их серийного выпуска является значительным научно-техническим достижением в области приборостроения и радиоэлектроники (рис. 1).

В кварцевых наручных часах применяются большие интегральные схемы (БИС), выполненные на комплементарных МОП-схемах (КМОП) и на биполярных инжекционных ИЛ-структурах, что позволяет использовать приборы времени как записные книжки и FM-радио (рис. 1, в). Носители информации модифицировались, появилась возможность расширить объем памяти и даже создать удобный и привлекательный интерфейс. Так появилась модель Twinсert японской фирмы «Casio», где цифровые данные как бы «парят» над аналоговым циферблатом, при этом возникает ощущение, что цифры и текст появляются прямо на стекле, а аналоговый дисплей дублирует цифровую информацию.

Недостатком приборов времени со стрелочной и цифровой индикацией является наличие общего кварцевого осциллятора и источника питания, его повышенная потребляемая мощность, что приводит к уменьшению срока эксплуатации элемента питания.

Авторами разработаны бытовые приборы времени блочно-модульного исполнения с независимой цифровой и стрелочной индикацией, имеющих два независимых источника питания и два кварцевых осциллятора, воспроизводящих единицу времени через период колебания. Блок цифровой индикации и блок стрелочной индикации расположены в одном корпусе.

Конструктивное исполнение кварцевых осцилляторов для наручных бытовых приборов времени блочно-модульного типа представлено на рис. 2, а. Поверхности бруска 4 покрывают пленкой из металла (серебро, золото)



Рис. 1. Электронно-механические часы с кварцевым осциллятором: а — кварцевые часы с цифровой и стрелочной индикацией; б — кварцевые часы с цифровой индикацией; в — кварцевые часы с цифровой индикацией и FM-радио

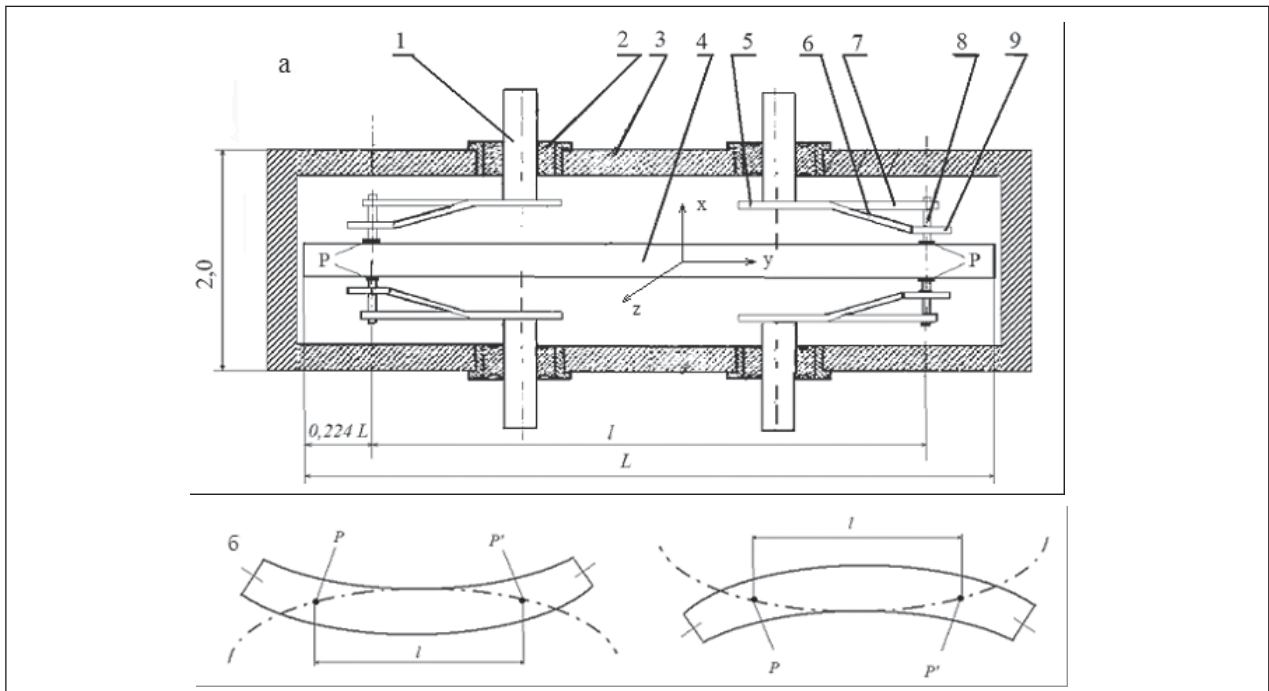


Рис. 2. Конструкция кварцевого осциллятора с противоударным устройством: а — конструкция кварцевого осциллятора; б — схема изгибных колебаний кварцевого бруска в узловых точках Р

методом вакуумного напыления. К этим поверхностям в узловых точках Р колебаний кварца припаивают штифты 8 пружинного амортизатора, состоящего из четырех сложных пружин. Каждая пружина изготовлена из одной заготовки и состоит из основной пружины 7 и более жесткой вспомогательной пружины 6. Фланцы 5 пружины 6 припаиваются к токоподводящим штифтам 1, 2 — стеклоизоляторы. Свободные концы пружины 7 и 6 припаяны к штифту 8. Жесткость пружины 6 и 7 достаточна для того, чтобы пластина кварца 4 смогла совершать колебания изгиба с частотой 32 768 Гц, не вызывая чувствительных потерь его энергии. При ударе происходит смещение пластины кварца 4 относительно корпуса 3, при этом полукольцо 9 вспомогательной пружины 6 вступает в контакт с утолщенной нижней частью штифта 8, увеличивая жесткость пружинного амортизатора, ограничивая смещения бруска кварца 4 и не допуская его соприкосновения с корпусом 3. Узловые точки Р находятся на расстоянии 0,224 L от свободных концов бруска 4. Кварцевый брусок 4 прямоугольного сечения длиной L совершает свободные колебания изгиба в плоскости XY.

Подачу тока и съем электрического сигнала осуществляется через штифты 1. Переменное электрическое поле, создаваемое входным электрическим сигналом, вызывает деформацию

(колебание) кварцевого элемента 4 (обратный пьезоэффект). При этом на его гранях (электродах) возникают переменные электрические заряды (прямой пьезоэффект), вызывающие появление тока в цепи. Кварцевый элемент оказывает обратное воздействие на внешнюю электрическую цепь, стабилизируя частоту колебаний в этой цепи. Колебания кварца возбуждаются на резонансной частоте.

Дифференциальное уравнение изгибных колебаний тонкого кварцевого стержня (рис. 2, б) имеет вид

$$\rho \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{1}{12} \frac{b_1}{S_{33}^E} \frac{\partial^4 u}{\partial x_3^4},$$

где ρ — плотность материала кварцевого элемента; S_{33}^E — приведенное значение константы гибкости кварцевого элемента в направлении длины стержня; b_1 — поперечный размер стержня в плоскости колебаний; u — механическое смещение кварца вдоль направления изгиба x_3 ; t — время.

В результате решения этого уравнения для случая незакрепленных концов стержня получаем частоту изгибных колебаний стержня:

$$f = \frac{m_k^2 b_1}{\sqrt{3} \pi l^2} \sqrt{\frac{1}{\rho S_{33}^E}},$$

где k — номер гармоники; l — длина стержня; $m_k = 2,36502$ для основной частоты колебаний.

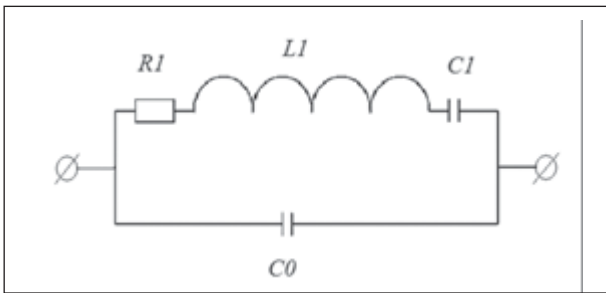


Рис. 3. Эквивалентный контур

Длина стержня l значительно больше его поперечного размера b_1 . Частота продольных колебаний осуществляется в кристаллографическом направлении Y :

$$f = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{1}{\rho S_{22}^E}}$$

По формуле определяется низшая резонансная частота, которая практически равна частоте последовательного резонанса, если $C_0 \geq C_1$ (рис. 3). Для кварца это условие выполняется.

Основная частота колебаний сдвига по контуру квадратной пластины

$$f = \frac{F}{2a_1} \sqrt{\frac{1}{\rho S_{55}^E}}$$

где a_1 — длина стороны квадрата;

$$F = 1,289 - 0,0469 \sqrt{\frac{S_{11}^E + S_{22}^E}{S_{66}^E}}$$

где $S_{11}^E, S_{22}^E, S_{55}^E, S_{66}^E$ — приведенные значения констант гибкости для соответствующих кристаллографических направлений.

Приведенные выше формулы для определения основной частоты колебаний кварцевого элемента можно представить в следующей общей форме:

$$f = N/b_1,$$

где N — частотный коэффициент.

Кварцевый осциллятор можно заменить эквивалентным электрическим колебательным контуром (см. рис. 3), состоящим из последовательного соединения эквивалентной индуктивности $L1$, эквивалентной емкости $C1$ и эквивалентного активного сопротивления $R1$, соответственно характеризующих массу, жесткость и потери на трение. Эта последовательная цепь зашунтирована статической емкостью $C0$ (суммарная емкость электродов, держателей и монтажа). Значения эквивалентных параметров $L1, C1$ и $R1$ зависят от констант кристалла кварца, его размеров и конструктивных особенностей

резонатора. Эквивалентный колебательный контур имеет частоту f_s последовательного и частоту f_p параллельного резонанса, причем

$$f_s = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1 C_1}}, \quad f_p = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1 \frac{C_1 C_0}{C_1 + C_0}}}$$

Для кварцевого резонатора характерна близость резонансных частот, так как $C_1/C_0 \ll 1$. Из того, что

$$f_p = f_s \sqrt{1 + \frac{C_1}{C_0}} \approx f_s \left(1 + \frac{1}{2} \frac{1}{m_0}\right),$$

следует

$$\frac{f_p - f_s}{f_s} = \frac{1}{2m_0}.$$

Параметр $m_0 = C_1/C_0$ характеризует относительный интервал между последовательным и параллельным резонансами кварцевого резонатора.

Температурный коэффициент частоты кварцевого резонатора (ТКЧ) определяется как относительное изменение его частоты при изменении температуры на 1°C , т. е. $C_k = \text{ТЧК} = \Delta f/f \cdot 1/\Delta t$. ТКЧ зависит от ряда факторов: угла среза, геометрии кристалла кварца, наличия или отсутствия дефектов в кристалле, конструкции элементов крепления и пр. Однако основным фактором, определяющим значение ТКЧ кварцевого резонатора, является угол среза кварца. Частота кварцевого резонатора непрерывно изменяется при изменении температуры. Зависимость относительного изменения частоты от температуры имеет следующий вид:

$$\frac{f_1 - f}{f} = \frac{\Delta f}{f} = C'_1(t_1 - t) + C'_2(t_1^2 + t) + C'_3(t_1 - t)^3$$

(для интервала температур от -60 до $+100^\circ\text{C}$ членами выше третьего порядка можно пренебречь).

Здесь f_1 — частота кварцевого резонатора при температуре t_1 ; f — частота при исходной температуре t ; C'_1, C'_2, C'_3 — температурные коэффициенты частоты первого, второго и третьего порядков, определяемые из соотношений

$$C'_1 = \frac{1}{f} \left(\frac{\partial f_1}{\partial t_1} \right)_{t_1=t}; \quad C'_2 = \frac{1}{2!f} \left(\frac{\partial^2 f_1}{\partial t^2} \right)_{t_1=t};$$

$$C'_3 = \frac{1}{3!f} \left(\frac{\partial^3 f_1}{\partial t^3} \right)_{t_1=t},$$

где C'_1, C'_2, C'_3 — функции угла среза кварцевого элемента.

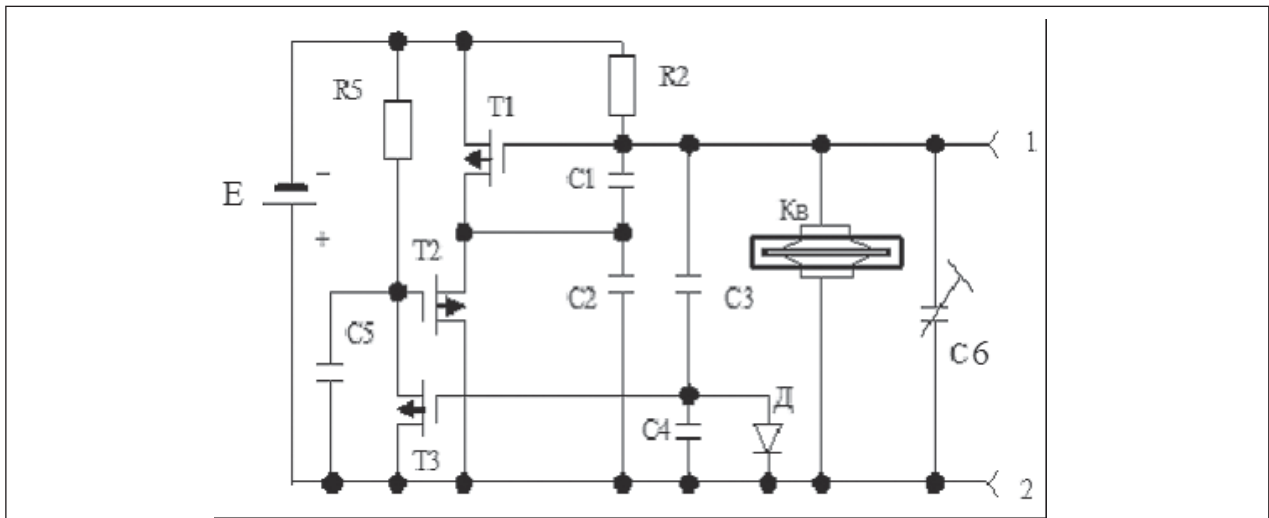


Рис. 4. Принципиальная схема кварцевого генератора: КВ — кварцевый осциллятор; Е — источник питания; Т1, Т2, Т3 — полевой транзистор с полевым затвором; С1–С6 — конденсаторы; Д — шунтирующий диод

Кварцевый осциллятор (см. рис. 2, а) и электронная схема возбуждения автоколебаний (рис. 4) с автоматической стабилизацией амплитуды колебаний кварца формирует генератор. В качестве управляющего напряжения обратной связи используется напряжение емкостного делителя С3, С4, шунтированного диодом Д. Это напряжение подается на изолированный затвор полевого транзистора Т3, канал транзистора Т3 и резистор R5 образуют управляемый делитель, напряжение которого приложено к затвору транзистора Т2. Конденсатор С5 служит для уменьшения влияния переменной составляющей напряжения управляемого делителя. При увеличении амплитуды переменного выходного напряжения, приложенного к кварцу, происходит пропорциональное уменьшение тока, протекающего через транзистор Т2, и наоборот. Таким образом, путем управления значением тока, протекающего через транзистор Т2, достигается автоматическая стабилизация амплитуды переменного выходного напряжения и, следовательно, амплитуды колебаний кварца. Данная схема возбуждается на частоте параллельного резонанса.

На рис. 5, а, приведена полная схема модуля с цифровой индикацией кварцевых наручных часов блочно-модульного типа с интегральной микросхемой. Размеры семисегментного жидкокристаллического цифрового индикатора 9,25×5,85 мм. Цифровой индикатор высвечивает десятки и единицы часов 12 и 13, десятки и единицы минут 15 и 16, причем индикация часов отделена от индикации минут светящейся точкой 14. Элементарная ячейка (рис. 6) жидкого кристалла состоит из двух параллельных стеклян-

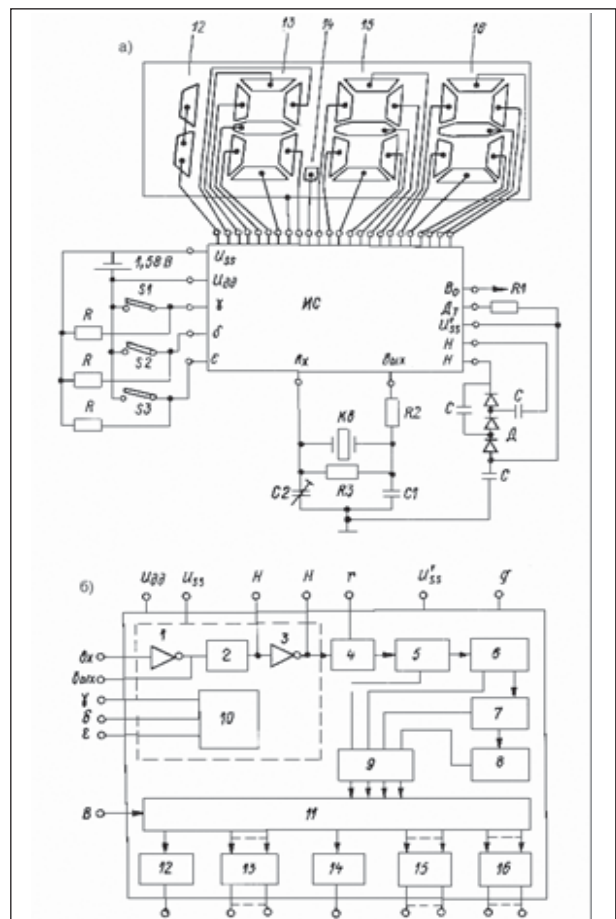


Рис. 5. Принципиальная схема модуля с цифровой индикацией кварцевых наручных часов блочно-модульного типа: КВ — кварцевый осциллятор; ИС — интегральная микросхема; 12–16 — жидкие кристаллические элементы

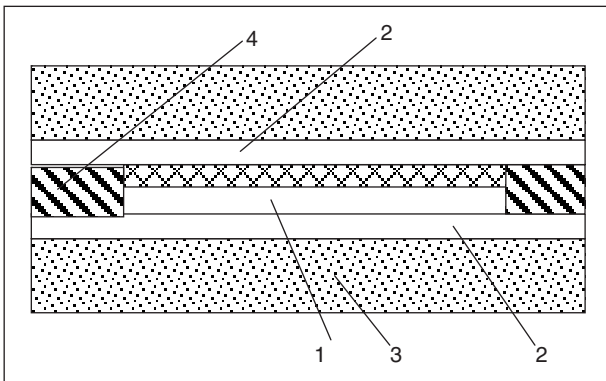


Рис. 6. Элементарная ячейка жидкого кристалла

ных пластин 3 с тонким проводящим покрытием 2 на их внутренних поверхностях (оксид олова) и жидкого кристалла 1, помещенного между пластинами. Толщина слоя жидкого кристалла 6–25 мкм обеспечивается при помощи распорок 4 из полимера. К проводящим покрытиям присоединены выводы 4. Если к проводящему покрытию подвести напряжение постоянного тока или тока низкой частоты, то под влиянием электрического поля жидкость становится турбулентной, начинает рассеивать свет и становится непрозрачной. При снятии напряжения жидкий кристалл снова становится прозрачным. Этим свойством, получившим название динамического рассеивания, обладает особая группа органических веществ, находящихся в жидкокристаллической фазе (нематические жидкокристаллические материалы). Цифровой индикатор состоит из семи элементарных ячеек, расположенных на одной составной плате. Конструкция независимой жидкокристаллической элементарной ячейки представляет собой конденсатор, причем диэлектриком служит жидкий кристалл. При подаче напряжения к соответствующим ячейкам индикатор высвечивает цифры от 0 до 9. К основным параметрам цифровых индикаторов относятся яркость индикации; равномерность свечения; контрастность; размеры знаков; габариты индикатора; угол зрения; напряжение и ток электропитания; потребляемая мощность; рабочий температурный диапазон; срок службы и т. д. Достоинства системы индикации на жидких кристаллах — малое потребление электроэнергии, несложная технология изготовления индикаторов, независимость контраста от яркости внешней освещенности. Но в затемненных условиях для считывания показаний требуется вспомогательный подсвет. Показания цифр плохо различимы, если смотреть под углом к плоскости индикатора. К недостаткам жидкокристаллических индикаторов следует

отнести также инерционность и ограниченный срок службы.

Частота колебаний кварцевого осциллятора составляет 32 768 Гц. Питание модулей кварцевых часов блочно-модульного типа осуществляется от двух окисносеребряных гальванических элементов напряжением 1,58 В в форме дисков, с минимальным диаметром 6,8×2,6 мм. Окисносеребряные гальванические элементы (рис. 7), состоят из металлического корпуса 6, заполненного оксидом серебра 5 с добавкой графита (положительный электрод), и крышки 1, заполненной порошкообразным цинком 2 с добавлением ртути (отрицательный электрод). Корпус изолирован от крышки резиновой прокладкой 3, которая осуществляет герметизацию элемента. Между положительным и отрицательным электродами помещена бумажная, пористая диафрагма 4, пропитанная электролитом, состоящим из раствора едкого кали с оксидом цинка. Эти элементы обладают сравнительно большой удельной энергией, пологой разрядной характеристикой и малым саморазрядом, обеспечивающим большой срок хранения и работы в приборах времени. В последние годы освоены и получили применение в приборах времени литиевые гальванические элементы, которые отличаются высокой удельной энергией, стабильностью напряжения и незначительным саморазрядом. В этих элементах один из электродов — металл литий, а другой электрод — фтористое соединение углерода, диоксид серы и др. Литиевые гальванические элементы имеют напряжение разряда примерно в 2 раза больше обычных элементов.

Так как напряжение питания индикатора 3–5 В, то предусмотрен повышающий преобразователь напряжений, собранный на трех диодах Д и трех конденсаторах С. При работе часов на установочные входы γ , δ , ϵ подано напряжение питания 1,58 В, а переключатели S1, S2 и S3, предназначенные для начальной установки времени, разомкнуты. При замыкании переключателя S3, т. е. при подаче на вход ϵ нулевого потенциала,

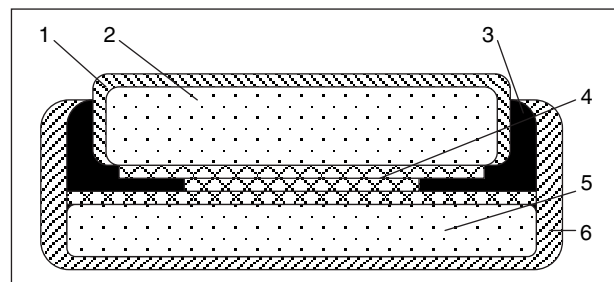


Рис. 7. Конструкция окисносеребряного гальванического элемента

два последних разряда индикатора будут высвечивать единицы и десятки секунд вместо единиц и десятков минут. При этом разряды часов гаснут, но точка 14 светится. Если затем снова разомкнуть переключатель S3, то точка 14 погаснет на 2–3 с. В течение этого времени два последних разряда индикатора будут высвечивать дату. Установка счетчика числа (даты) и счетчика часов производится путем периодического замыкания и размыкания переключателей соответственно S1 и S2. Установка счетчика минут осуществляется при помощи переключателя S1 так же, как и счетчика числа. Предварительно следует счетчик часов установить в состояние 12 и переключатель S3 замкнуть. Запуск часов (после установки времени) производится путем подачи высокого потенциала на запускающий вход V_0 .

На рис. 5, б, представлена структурная схема интегральной микросхемы для наручных часов с жидкокристаллическим индикатором. Микросхема выполнена на одном кристалле по технологии КМОП-схем с высокой плотностью размещения элементов. Кварцевый резонатор подключен к контактам входа и выхода микросхемы. Размеры интегральной микросхемы (ИС) 2,0×2,0 мм. Выходные сигналы кварцевого генератора 1 ($f = 32\,768$ Гц) поступают на делитель частоты 2 с коэффициентом деления 2^5 , затем через буферный усилитель 3 на делитель частоты 4 с коэффициентом деления 2^{10} . Таким образом, на регистр запоминания секунд 5 поступают импульсы тока с периодом следования 1 с. Делители частот 6, 7 и 8 формируют импульсы с периодом повторения соответственно 1 мин, 1 ч и 1 день (24 ч), которые поступают через мультиплексное устройство 9 на дешифратор 11. Выходы дешифратора, подключенные к индикаторному устройству, управляют ключами индикации десятков и единиц часов 12 и 13, пятой (светящейся точкой) 14, десятков и единиц минут 15 и 16. Блок управления 10 предназначен для начальной установки времени при помощи внешних схемных элементов (переключатели S1, S2, S3). К выводам H подключен повышающий преобразователь напряжения (диоды Д и конденсаторы С); U_{dd} — напряжение питания; U_{SS} — нулевое напряжение; e — общий контакт для подключения индикации; g — контакты контроля уровня напряжения. Вывод В микросхемы предназначен для контроля дешифратора. При подаче на микросхему высокого потенциала должны загораться все сегменты индикатора. Конденсатор С2 переменной емкости (подстроечный) служит для регулирования выходной

частоты кварцевого генератора. Уменьшение влияния изменения температуры окружающей среды на выходную частоту генератора достигается при помощи конденсатора С1, емкость которого зависит от температуры.

На рис. 8, а, приведена схема модуля наручных кварцевых часов со стрелочной индикацией. Интегральная схема (ИС), выполненная на одном монолитном элементе, состоит из схемы возбуждения автоколебаний кварцевого элемента (K_B) на частоте 32 768 Гц, делителя частоты, усилителя и формирователя. С выхода интегральной схемы на обмотку шагового двигателя (ШД) поступают импульсы постоянного тока чередующейся полярности с частотой 1 Гц. К шаговому двигателю подключен передаточный механизм (редуктор) со стрелочным индикатором времени и календарным устройством. Регулирование выходной частоты колебаний кварцевого генератора осуществляется при помощи подстроечного конденсатора С1. Термокомпенсация в некотором интервале температур обеспечивается конденсатором С2, емкость которого зависит от температуры.

На рис. 8, б, приведен другой вариант выполнения схемы модуля наручных часов со стрелочной индикацией. Микросхема, выполненная на одном кристалле по технологии КМОП-схемы, состоит из схемы возбуждения автоколебаний кварцевого резонатора 1, 16-разрядного делителя частоты 2, усилителя-формирователя 3, к внешнему выходу которого подключен шаговый двигатель 4. Переключатель возврата 5 предназначен для установки показаний времени.

Некоторые данные часов: напряжение питания 1,5 В, длительность выходного импульса на шаговый двигатель 15,6 мс; среднее значение потребляемого тока 9 мкА, ток, потребляемый интегральной микросхемой, включая кварцевый генератор, 3,5 мкА; сопротивление обратной связи $R3 = 20$ мОм; сопротивление резистора, подключенного к клеммам шагового двигателя, $R2 = 2,5$ кОм.

На рис. 8, в, приведена кинематическая схема модуля кварцевых наручных часов со стрелочной индикацией. Шаговый двигатель подключен к выходу электронного блока часов. Шаговый двигатель (рис. 9) преобразует последовательные электрические импульсы в прерывистое вращение вала двигателя. Вращение вала двигателя передается посредством колесной системы на стрелки и календарное устройство. Ротор 2 в виде диска изготовлен из магнитно-твердого материала (платиново-кобальтовые и самарий-кобальтовые сплавы) и

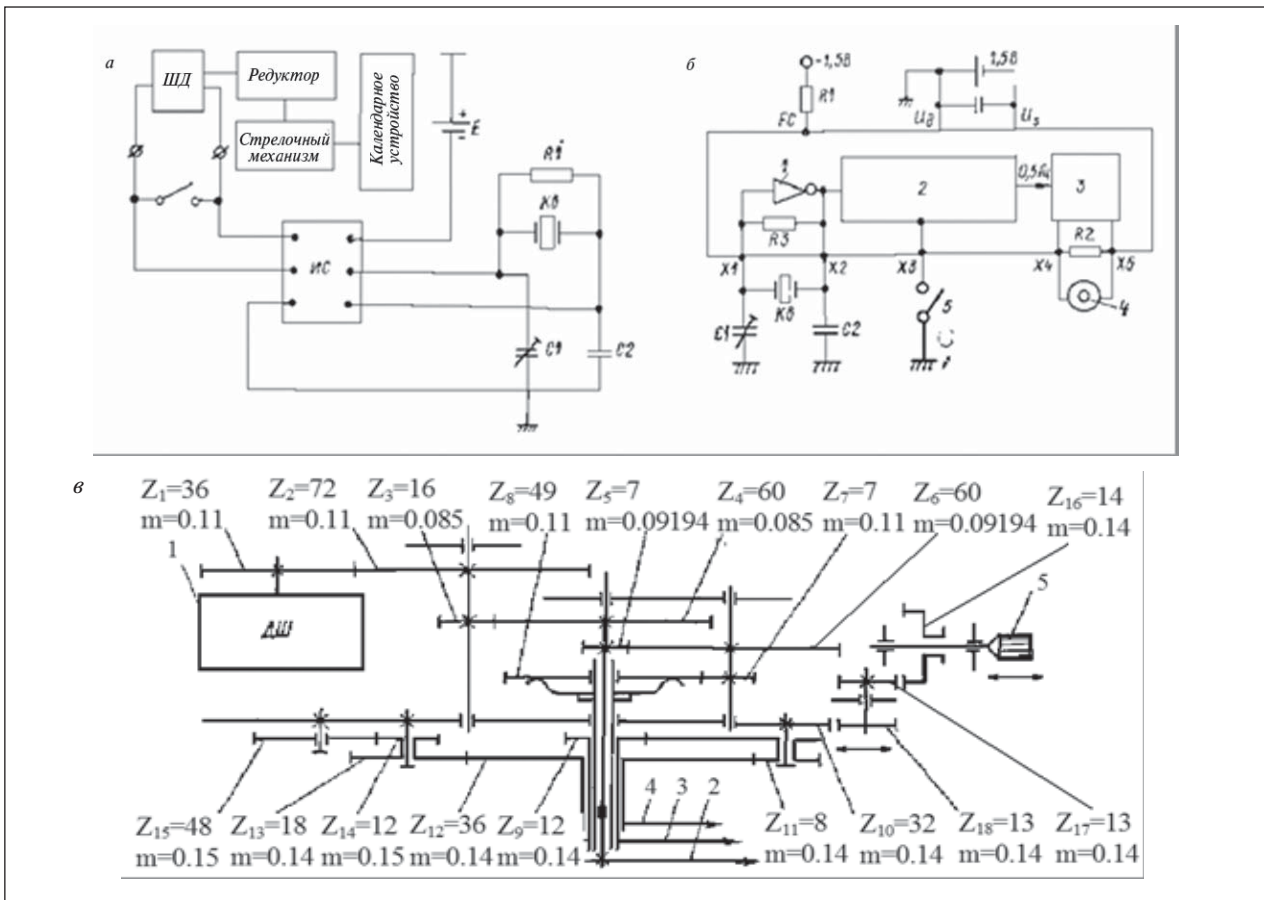


Рис. 8. Принципиальная схема модуля со стрелочной индикацией наручных кварцевых часов блочно-модульного типа: а — с календарем; б — с контролем частоты колебаний генератора; в — кинематическая схема модуля кварцевых наручных часов со стрелочной индикацией

намагничен в радиальном направлении. Статор 1 изготовлен из магнитно-мягкого материала. Катушка 3 намотана на стержень из того же материала. Вращающий момент на оси ротора может колебаться в широких пределах. Известны двигатели с вращающим моментом $M = 0,21 \cdot 10^{-6}$ Нм, $M = (0,6-5-1,2) \cdot 10^{-6}$ Нм и др., КПД 20–30%. Режим работы шагового двигателя должен быть выбран таким, чтобы время успокоения колебаний ротора после поворота на очередной шаг было меньше продолжительности паузы между импульсами, т. е. колебания ротора должны затухать до прихода очередного импульса. Постоянные магниты магнитной системы двигателя осуществляют магнитную фиксацию ротора в паузе между импульсами тока. В обмотку катушки статора двигателя поступают импульсы постоянного тока чередующейся полярности с частотой 1 Гц, причем при каждом импульсе тока ротор поворачивается на 45° . Таким образом, частота вращения ротора 7,5 об/мин. Передаточное отношение между осью ротора и секундной осью, равное $1/7,5$, реализуется зубчатой передачей:

$$\frac{z_1 z_3}{z_2 z_4} = \frac{36 \cdot 16}{72 \cdot 60}$$

Передаточное отношение между секундной и минутной осями

$$\frac{z_5 z_7}{z_6 z_8} = \frac{7 \cdot 7}{60 \cdot 49} = \frac{1}{60}$$

Наконец, передаточное отношение между минутной осью и осью часового колеса

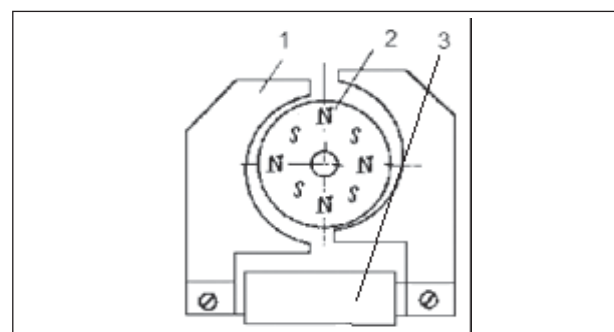


Рис. 9. Шаговый двигатель



Рис. 10. Кварцевые наручные часы блочно-модульного типа со стрелочной и цифровой индикацией

$$\frac{z_9 z_{11}}{z_{10} z_{12}} = \frac{12 \cdot 8}{32 \cdot 36} = \frac{1}{12}$$

Суточное колесо Z_{15} календарного устройства подключено к часовому колесу через зубчатую передачу:

$$\frac{z_{12} z_{14}}{z_{13} z_{15}} = \frac{36 \cdot 12}{18 \cdot 48} = \frac{1}{2}$$

При этом суточное колесо вращается по часовой стрелке. На схеме рис. 8, в, показаны

секундная, минутная и часовая стрелки 2, 3 и 4. Для установки минутной (и часовой) стрелки на правильное показание следует сначала переместить валик 5 влево для сцепления колес $z_{16}-z_{17}$ и $z_{18}-z_{10}$, а затем повернуть валик вокруг своей оси на угол, зависящий от размера, накопленной ошибки показания часов. На рис. 8, в, приведены значения модулей зацепления зубчатых колес и трибов.

Модуль с цифровой индикацией (см. рис. 5) и модуль со стрелочной индикацией (см. рис. 8) кварцевых наручных часов блочно-модульного типа располагаются в одном корпусе различного исполнения (рис. 10), что позволяет расширить функциональные возможности, повысить надежность и увеличить время работы источника питания по сравнению с кварцевыми приборами времени традиционного исполнения (рис. 1, а, б). Независимые модули с цифровой и стрелочной индикацией позволяют расширить функциональные возможности, например применение телефонной записной книжки, секундомера, таймера, мирового времени, 5 будильников, карты мира, цветной цифровой фотокамеры, с блоком памяти, позволяющей хранить до 100 снимков с подписями к ним. С помощью специального ИК-порта всю эту информацию можно внести в персональный компьютер с защитой личными кодами доступа и паролями.

Литература

1. Аксельрод З. М. Проектирование часов и часовых систем. — Л.: Машиностроение, 1981.
2. Болгов И. В., Фишман Б. Е., Набережных А. И. Оборудование и технология ремонта бытовой техники. — М.: Легкая индустрия, 1978.
3. Мартыненко Г. П., Ефимов Л. Г. Цифровые индикаторы для наручных часов. — М.: ЦНИИТЭИ, 1978.
4. Романов А. Д. Проектирование приборов времени. — М.: Высшая школа, 1975.
5. Журнал «Часовой бизнес», 2002, № 3.

Аналитические и экспериментальные исследования гидрообъемных передач в приводах транспортно-технологических машин

К. А. Абасов

Российский государственный университет туризма и сервиса

В настоящее время объемные гидропередачи в большинстве случаев являются составным звеном привода транспортно-технологических машин различного назначения. Объясняется это тем обстоятельством, что применение объемного гидропривода позволяет создать надежные, высокопроизводительные транспортно-технологические машины и агрегаты с автоматическим управлением. По сравнению с электрическими системами привода гидравлические объемные передачи обладают рядом преимуществ. Однако, как показывает анализ результатов эксплуатации и исследований динамики привода транспортно-технологических машин с гидрообъемными передачами, гидрообъемный привод не всегда обеспечивает надежную и долговечную работу машин. Это объясняется тем, что расчет параметров гидропривода машин производится в основном без учета его динамических характеристик, которые в условиях действия пульсирующих нагрузок в рабочем органе машин оказывают сильное влияние на долговечность и эффективность использования этого типа привода.

Анализ многочисленных экспериментальных исследований работы большинства машин показывает, что нагрузки, действующие на рабочие органы многих машин, можно рассматривать как стационарные случайные процессы, к которым для определения вероятностных характеристик применимы методы и формулы теории случайных функций [1–3].

Основными характеристиками случайных функций, позволяющими производить анализ их влияния на динамические системы, являются математическое ожидание, дисперсия и корреляционная функция.

Математическое ожидание характеризует средние нагрузки, а корреляционная функция показывает структуру процесса по частоте и дисперсии.

Спектральная плотность $S(\omega)$ характеризует распределение дисперсии по частотам. Если известна корреляционная функция нагрузоч-

ной диаграммы рабочего органа транспортно-технологической машины $K(\tau)$, то спектральная плотность может быть определена по формуле [1]

$$S_{\text{вх}}(\omega) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} K(\tau) e^{-i\omega\tau} d\tau. \quad (1)$$

По известной спектральной плотности нагрузок на входе $S_{\text{вх}}(\omega)$ линейной системы, уравнения движения которой известны, можно определить спектральную плотность на выходе $S_{\text{вых}}(\omega)$ системы из следующего выражения:

$$S_{\text{вых}}(\omega) = |W(i\omega)|^2 S_{\text{вх}}(\omega). \quad (2)$$

Дисперсия нагрузок в приводе, характеризующая величину амплитуды переменной составляющей выходного параметра давления или числа оборотов (гидрообъемного привода), может быть вычислена по формуле

$$D = \int_{-\infty}^{\infty} |W(i\omega)|^2 S_{\text{вх}}(\omega) d\omega, \quad (3)$$

где $W(i\omega)$ — частотная характеристика привода.

Анализ уравнений спектральной плотности (1) и дисперсии (3) показывает, что на дисперсию нагрузок в приводе наиболее существенное влияние оказывают частотная характеристика привода и характеристика нагрузочной диаграммы рабочего органа транспортно-технологической машины, определяемой корреляционной функцией.

При исследовании динамических свойств гидропередач необходимо иметь в виду, что амплитудно-частотные и амплитудно-фазовые характеристики полностью описывают только линейные системы.

Проведенные исследования многих авторов показали, что характеристики привода в рабочей зоне практически линейны, поэтому является правомерным изучение динамических свойств по амплитудно-частотным и амплитудно-фазовым характеристикам. В связи с этим методика исследований динамических параметров гидрообъ-

емного привода транспортно-технологических машин должна в первую очередь включить анализ действующих нагрузок на рабочем органе машины и правильный выбор их аналитических выражений, исследование амплитудно-частотной характеристики гидропривода и создание на их основе расчета динамических параметров привода. Наибольшее распространение в приводах машин получили системы гидрообъемных передач, состоящих из насоса переменной производительности и высокомоментного гидромотора. Поэтому в данной работе приводится анализ динамической характеристики гидрообъемного привода, состоящего из приводного короткозамкнутого асинхронного электродвигателя, вращающего регулируемый насос, соединенный посредством трубопроводов с нерегулируемым высокомоментным радиально-поршневым гидромотором. Исследование динамики гидрообъемного привода может быть основано на рассмотрении общего уравнения движения системы, которое включает уравнения всех входящих в нее элементов. Амплитудно-частотная характеристика объемного гидропривода может быть представлена тогда следующим выражением [4]:

$$A(\omega) = \frac{1}{\sqrt{\left[1 - \left(\frac{\omega}{\frac{d_m}{2\pi} \sqrt{\frac{E}{VJ}}}\right)^2\right]^2 + \left[\frac{J(k_n + k_m)\omega}{\left(\frac{d_m}{2\pi}\right)^2}\right]^2}}, \quad (4)$$

а квадрат модуля характеристики будет иметь вид

$$[W(i\omega)]^2 = \frac{1}{\left[1 - \left(\frac{\omega}{\frac{d_m}{2\pi} \sqrt{\frac{E}{VJ}}}\right)^2\right]^2 + \left[\frac{J(k_n + k_m)\omega}{\left(\frac{d_m}{2\pi}\right)^2}\right]^2}. \quad (5)$$

Анализ выражения (4) показывает, что на амплитудно-частотную характеристику гидрообъемного привода вращательного действия значительное влияние оказывает объемная постоянная гидромотора d_m , коэффициент утечек насоса и гидромотора k_n и k_m , эквивалентный модуль упругости жидкости и трубопровода E , маховая масса J . Характеристика нагрузочной диаграммы рабочего органа машины, определяемой корреляционной функцией из выражения (1), оказывает существенное влияние на формирование нагрузок в элементах привода машин с гидропередачей.

Для транспортно-технологических машин установлено, что полученные экспериментальные кривые корреляционных функций с достаточной для решения практических расчетов точностью аппроксимируются выражениями

$$K(\tau) = \sigma^2 e^{-\alpha|\tau|} \quad (6)$$

и

$$K(\tau) = \sigma^2 e^{-\alpha|\tau|} \cos\beta\tau. \quad (7)$$

Поэтому в основу настоящего исследования динамики гидрообъемных передач транспортно-технологических машин были положены выражения (6) и (7). Для корреляционной функции нагрузки вида $K(\tau) = \sigma^2 e^{-\alpha|\tau|}$ дисперсия (8) может быть представлена в развернутом виде:

$$D = \frac{\sigma^2 \left[\alpha + (k_n + k_m) \frac{E}{V} \right]}{(k_n + k_m) \frac{E}{V} \left[1 + \alpha \frac{J(k_n + k_m)}{\left(\frac{d_m}{\pi}\right)^2} + \frac{\alpha^2}{\left(\frac{d_m}{\pi}\right)^2 \frac{E}{VJ}} \right]}. \quad (8)$$

Исследованиями по гидрообъемным передачам установлено, что собственная круговая частота гидропривода вращательного действия [5]

$$\omega_c = \frac{d_m}{2\pi} \sqrt{\frac{E}{VJ}} = \omega_c, \quad (9)$$

$$\xi = \frac{J(k_n + k_m)\omega_c}{2\left(\frac{d_m}{\pi}\right)^2}, \quad (10)$$

ξ — коэффициент, характеризующий декремент затухания.

Для корреляционной функции нагрузки вида $K(\tau) = \sigma^2 e^{-\alpha|\tau|} \cos\beta\tau$ дисперсия может быть определена из выражения

$$D = \sigma^2 \frac{\omega_c}{2\xi} \times \frac{[\alpha A^2 + 4\alpha^2 \xi \omega_c + \alpha(4\xi + 1)\omega_c^2 + 2\xi \omega_c]}{[A^4 + 4\alpha \xi A^2 \omega_c + (4\alpha^2 + 4\xi^2 A^2 - 2A^2)\omega_c + 4\xi \omega_c^3 + \omega_c^4]}. \quad (11)$$

Выражения (8) и (11) позволяют установить дисперсию на выходе системы в зависимости от параметров привода и от характеристики нагрузочной диаграммы рабочего органа, определяемой корреляционной функцией. Показатели корреляционной функции α и β , а также спектральная плотность нагрузок могут быть определены на основании осциллографических записей

рабочего процесса транспортно-технологических машин. Дисперсия характеризует величину амплитуды переменной составляющей выходного параметра, поэтому, используя выражения (8) и (11), можно найти такие параметры привода, при которых дисперсия была бы наименьшей. Анализ уравнения (3) показывает, что на дисперсию выходного параметра существенное влияние оказывает частотная характеристика привода. Частотная характеристика объемного гидропривода вращательного действия, как показывают проведенные выше исследования, в свою очередь, определяются в основном параметрами, показанными в уравнении (5).

Анализ ряда работ показывает, что для машин с электромеханическим приводом рекомендации по уменьшению влияния переменной нагрузки на элементы привода сводятся в основном к изменению двух параметров — приведенного момента инерции системы и жесткости упругих механических звеньев (например, жесткость валов редуктора, тяговых цепей и т. д.) [6–8]. Что касается объемного гидропривода транспортно-технологических машин, то здесь можно варьировать многими параметрами с целью снижения влияния переменной составляющей рабочей нагрузки на формирование усилий в элементах привода. Последнее объясняется спецификой объемного гидропривода, состоящей в том, что имеется широкая возможность применения рабочих жидкостей с различными сжимаемостью и вязкостью, изменения объемов и жесткости нагнетательного трубопровода, применения гидромоторов с разной объемной постоянной, использования относительно простых гасителей колебаний, например гидропневмоаккумуляторов и т. д. Таким образом, влияние неустановившейся нагрузки на работу объемного гидропривода транспортно-технологических машин может быть снижено как путем изменения приведенного момента инерции привода, так и соответствующим изменением других параметров, определяющих собственную частоту колебаний и декремент затухания системы с гидрообъемной передачей. Следовательно, учет этих перечисленных выше свойств позволяет правильно решить задачу обеспечения надежной работы гидрообъемной передачи в условиях действия неустановившейся нагрузки на исполнительный орган машин. К примеру, используя выражения дисперсии (8) и (11), задавая различные значения параметрам гидрообъемного привода в виде постоянных времени, собственной частоты, декремента затухания или других параметров, определяющих частотную характеристику объемного гидропривода, и вы-

числяя для них дисперсии нагрузок в элементах привода для корреляционных функций вида (6) или (7), строят зависимости $D = f(k_n, k_m, d_n, d_m, E, V, J, \omega_c, \zeta \text{ и т. д.})$ в виде графиков. Далее из этих графиков определяется минимальное значение дисперсии D , принимаемое за основу при проектировании гидропривода. Эти графики позволяют выбрать такие его параметры, которые обеспечивают работу привода, наиболее полно удовлетворяющую эксплуатационным требованиям, в части улучшения динамики, при переменных нагрузках рабочих органов машин. Для проверки некоторых аналитических выражений, а также с целью определения динамических параметров гидропривода, которые необходимы для его исследования, были проведены экспериментальные исследования.

При определении частотной характеристики гидрообъемного привода с высокомоментным гидромотором исходными параметрами, как следует из уравнения (8), являются; объемная постоянная гидромотора, коэффициенты утечек насоса и гидромотора, эквивалентный модуль упругости жидкости и трубопровода, объем жидкости, находящейся в нагнетательной магистрали, приведенный момент инерции привода.

Задачами экспериментального исследования является определение основных показателей статической и динамической характеристик гидрообъемного привода с высокомоментным гидромотором ВГД-210, с использованием испытательного стенда [9].

Высокомоментные гидромоторы типа ВГД широко применяются в настоящее время в транспортно-технологических машинах.

В программу экспериментальных исследований входили разработка средств методов исследования, определение статических (рис. 1) и динамических параметров гидрообъемного привода, а также анализ результатов экспериментальных исследований. В процессе проводимых экспериментов измерялись следующие величины [4]:

1. Число оборотов $n_{гм}$ и крутящий момент $M_{гм}$ на валу гидромотора.
2. Давление масла P на входе и выходе гидромотора.
3. Число оборотов n_n и крутящий момент M_n на валу гидронасоса.
4. Время опыта t .
5. Расход рабочей жидкости Q .
6. Температура масла.

Для определения статических характеристик гидромотора проводилось нагружение гидромотора с помощью генератора постоянного тока независимым возбуждением путем регулировки

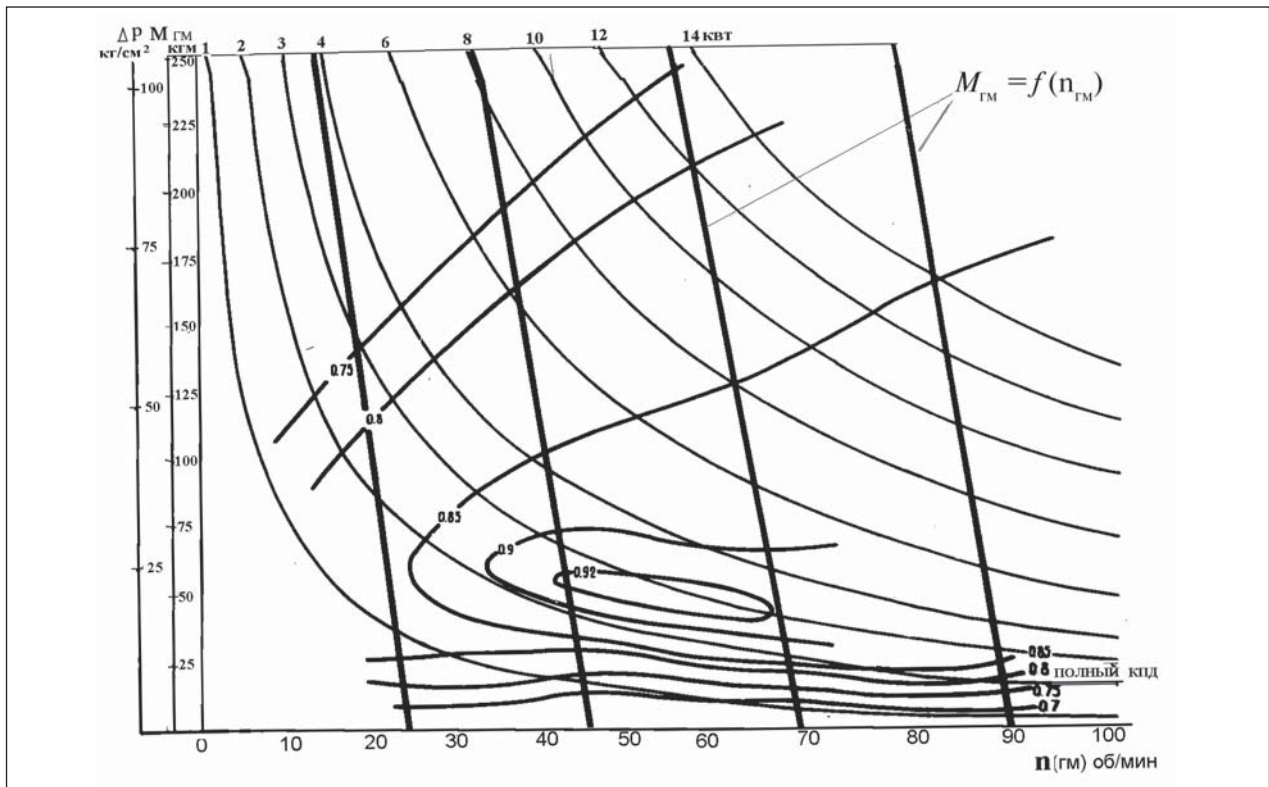


Рис. 1. Характеристики гидромотора ВГД-210 при работе на масле АУ с температурой 55–65°С

нагрузочных сопротивлений (реастатов). При достижения необходимого значения нагрузки измеряемые величины регистрировались с помощью измерительных приборов по вышеуказанной программе.

Обработка полученных данных производилась по следующим расчетным формулам:

1. Теоретический момент гидромотора при данном давлении

$$M_T = \frac{\Delta p d_{ГМ}}{2\pi},$$

где $\Delta p = p_H - p_{СП}$ — перепад давления, кг/см²; $d_{ГМ}$ — объемная постоянная гидромотора, см³/об.

2. Гидромеханический КПД

$$\eta_{ГМ} = \frac{M_{ГМ}}{M_T},$$

где $M_{ГМ}$ — фактический момент на валу гидромотора; M_T — теоретический момент гидромотора.

3. Расход жидкости, проходящей через гидромотор, определялся по скорости вращения расходомера, установленного в сливной магистрали, и утечкам на дренаж из гидромотора:

$$Q_{ГМ} = d_{расх} n_{расх} + Q_{ут} = Q_{расх} + Q_{ут},$$

где $d_{расх}$ — объемная постоянная расходомера, см³/об; $n_{расх}$ — число оборотов расходомера в

минуту; $Q_{ут}$ — утечка масла на дренаж из гидромотора, см³/мин.

4. Теоретическое число оборотов гидромотора

$$\eta_{ГМТ} = \frac{Q_{расх} + Q_{ут}}{d_{ГМ}},$$

где $d_{ГМ}$ — объемная постоянная гидромотора.

5. Объемный КПД гидромотора $\eta_{об} = \eta_{ГМ} / \eta_{ГМТ}$, где $\eta_{ГМ}$ — фактически замеренное число оборотов гидромотора.

6. Полный КПД гидромотора $\eta_{полн} = \eta_{об} \eta_{ГМ}$. Снятие статических характеристик производилось при работе гидромотора на веретенном масле марки АУ (ГОСТ 1642–75) с вязкостью при 50°С в 12–14 сСт или 2,05–2,26 С. На основании полученных при замерах данных строились внешние статические характеристики гидромотора:

$$M_{ГМ} = f_i(n_{ГМ}); \eta_{полн} = f_2(n_{ГМ}); \eta_{об} = f_3(n_{ГМ}); \\ \eta_{ГМ} = f_4(n_{ГМ}); M_{ГМ} = f_5(\Delta p).$$

Статические характеристики гидромотора ВГД-210 при разных t с одновременным нанесением кривых постоянной мощности и КПД изображены на рис. 1.

Анализ указанных характеристик позволяет установить, что по своим регулировочным ма-

невренным свойствам, а также по своим энергетическим показателям гидромотор ВГД-210 удовлетворяет требованиям, предъявляемым к приводу транспортно-технологических машин. Коэффициент утечек гидромотора может быть подсчитан по формуле

$$k_{гм} = \frac{Q_{гм}(1 - \eta_{об})}{\Delta p \cdot 60}$$

При температуре рабочей жидкости $t^{\circ} = 55-65^{\circ}\text{C}$ (для масла «веретенное» АУ), его величина составляет $k_{гм} = 3,3 \text{ см}^3/\text{кг}\cdot\text{с}$. Расчетами, проведенными по графикам статических характеристик регулируемого насоса типа ИД № 20, коэффициент утечек данного насоса (для масла «веретенное» АУ) может быть принят в тех же пределах, что и для гидромотора ВГД.

Динамические свойства гидрообъемного привода оцениваются частотной характеристикой. К исходным данным для определения частотной характеристики, а также для расчета привода в режиме неустановившейся нагрузки (согласно уравнениям (8) и (11)) относятся собственная частота и коэффициент демпфирования. Величины собственной частоты колебаний и коэффициент демпфирования гидрообъемного привода с высокомоментным гидромотором ВГД-210, определены экспериментально путем применения следующих способов [12]: 1) частотного метода, 2) метода переходного процесса.

Данные экспериментов показали, что при действии на объемный гидропривод (насос ИД № 20 и гидромотор ВГД-210) периодических нагрузок в условиях резонанса степень усиления давления по сравнению со степенью усиления оборотов значительно больше. Как известно, пульсация давления отрицательно сказывается на системе привода с гидрообъемной передачей, так как ведет к появлению усталостных явлений в деталях и узлах привода. Кроме того, значительная по величине пульсация давления может явиться причиной частого срабатывания предохранительного клапана, что вызывает остановку гидромотора или неравномерность его вращения. Поэтому в качестве оценочного критерия работы гидрообъемного привода нами была принята степень неравномерности колебания давления. Нахождение собственной частоты колебания частотным методом проводилось следующим образом. В соответствии с программой эксперимента устанавливалось определенное число оборотов гидромотора и создавалась средняя нагрузка. Затем с помощью пульсатора нагрузки на вход гидросистемы прикладывались

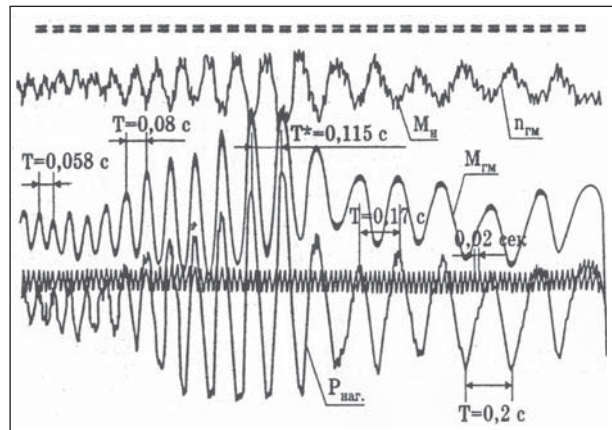


Рис. 2. Запись осциллограммы при экспериментальных исследованиях динамической (частотной) характеристики объемного гидропривода, имеющего приведенный момент инерции $J = 0,52 \text{ кг м}^2/\text{с}^2$ и длину нагнетательного трубопровода $L = 2400 \text{ мм}$

периодические колебания нагрузки заданной амплитуды. Меняя плавно скорость вращения двигателя постоянного тока эксцентрикового механизма, в системе получали широкий спектр частоты приложения нагрузок. При этом на осциллограмму записывались давление в гидросистеме, число оборотов вала гидромотора, крутящие моменты на валах гидромотора и насоса. На рис. 2 показана запись осциллограммы при экспериментальных исследованиях динамической (частотной) характеристики объемного гидропривода, имеющего приведенный момент инерции $J = 0,52 \text{ кг м}^2/\text{с}^2$ и длину нагнетательного трубопровода $L = 2400 \text{ мм}$.

Из осциллограммы видно, что с ростом задающей частоты происходит усиление выходного сигнала давления до совпадения с собственной частоты системы, а при дальнейшем увеличении задающей частоты происходит ослабление выходного сигнала. Из рис. 2 следует, что при заданной частоте с периодом $T^* = 0,115 \text{ с}$ величины усиления давления и крутящего момента вала гидромотора были наибольшими.

Отсюда следует вывод о том, что период в осциллограмме (см. рис. 2) соответствует условиям резонанса и, следовательно, собственная частота исследуемого объемного гидропривода может быть определена из формулы

$$\omega_c^* = 2\pi/T^* = 2\pi/0,115 = 54,5 \text{ рад/с} \quad (f_c^* = 8,8 \text{ Гц}).$$

Собственная частота и коэффициент демпфирования гидрообъемного привода могут быть определены также методом переходного процесса, т. е. из экспериментальной кривой переходного процесса. Для получения пере-

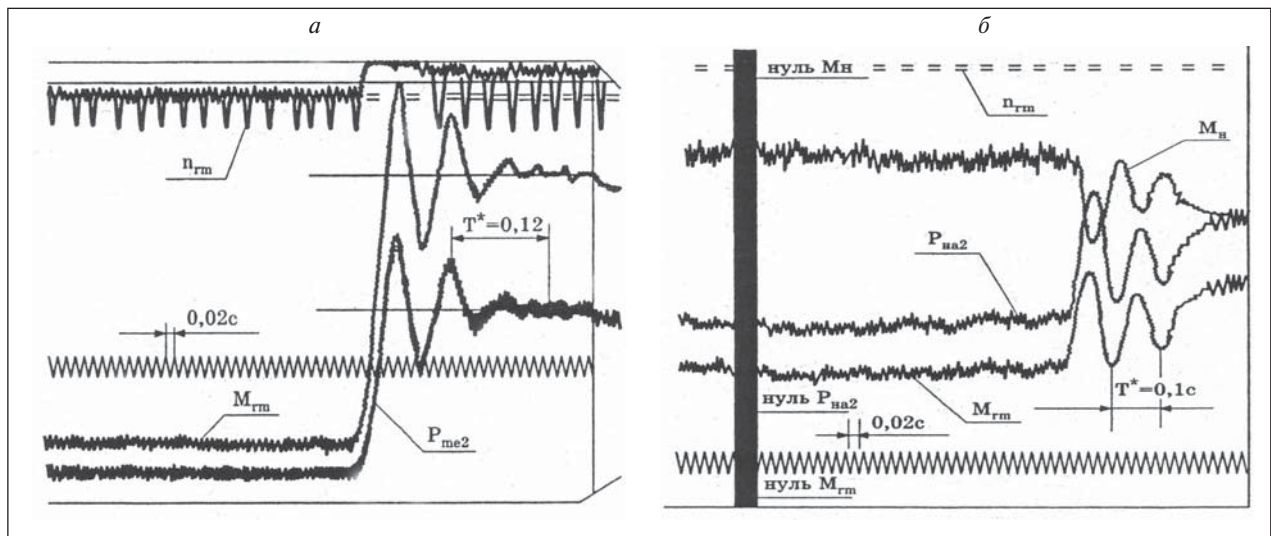


Рис. 3. Графики изменения давления и крутящего момента на валу гидромотора

ходного процесса в системе создавалось скачкообразное изменение нагрузки или изменения положения эксцентриситета насоса. Графики изменения давления и крутящего момента на валу гидромотора, полученные в результате проведенных на стенде экспериментов, показаны на рис. 3, а, б.

Как видно из осциллограммы (рис. 3, а, б), колебание переходного процесса происходит с периодом затухающих колебаний $T^* = 0,12$ с.

Это указывает на то, что испытываемый гидрообъемный привод имеет собственную частоту колебания

$$\omega_c^* = 2\pi/T^* = 52,2 \text{ рад/с} \quad (f_c = 8,33 \text{ Гц}).$$

Связь между периодом затухающих колебаний T и периодом свободных колебаний системы при отсутствии сопротивления определяется из равенства

$$T^* = \frac{2\pi}{\omega_c^* \sqrt{1-2\zeta^2}} = \frac{T}{\sqrt{1-2\zeta^2}},$$

$$\omega_c = \frac{\omega_c^*}{\sqrt{1-2\zeta^2}},$$

где ω_c — частота собственных колебаний при отсутствии сопротивления; ζ — коэффициент затухания.

Этот коэффициент можно определить по экспериментальной кривой переходного процесса путем использования метода логарифмического декремента затухания. Логарифмическим декрементом затухания называется натуральный логарифм отношения амплитуд колебаний в момент времени.

Используя осциллограмму переходного процесса (рис. 2), коэффициент демпфирования был подсчитан по формуле

$$\zeta = \frac{1}{\sqrt{\frac{\pi^2}{D^2} + 1}} = 0,25,$$

где $D = \ln(A_0/A_n)$ — логарифмический декремент затухания; A_0 — амплитуда первого скачка; A_n — амплитуда второго скачка.

Собственная частота колебания при отсутствии сопротивления была определена из равенства

$$\omega_c = \frac{\omega_c^*}{\sqrt{1-2\zeta^2}} = \frac{52,2}{\sqrt{1-2(0,25)^2}} = 56 \text{ рад/с}.$$

Для сравнения результатов экспериментов, проведенных частотным методом и методом переходных процессов, был произведен аналитический расчет динамических параметров ω_c и ζ гидрообъемного привода по формулам

$$\omega_c = \frac{d_{гм}}{2\pi} \sqrt{\frac{E}{VJ}}, \quad \zeta = \frac{Jk_y}{2\left(\frac{d_{гм}}{2\pi}\right)^2} \omega_c.$$

Подставив исходные данные в уравнение, получим

$$\omega_c = \frac{1600}{6,28} \sqrt{\frac{1,4 \cdot 10^4}{2990 \cdot 92}} = 60,5 \text{ рад/с} \quad (f_c = 9,5 \text{ Гц}),$$

$$\zeta = \frac{92 \cdot 6}{2\left(\frac{1600}{6,28}\right)^2} 60,5 = 0,27.$$

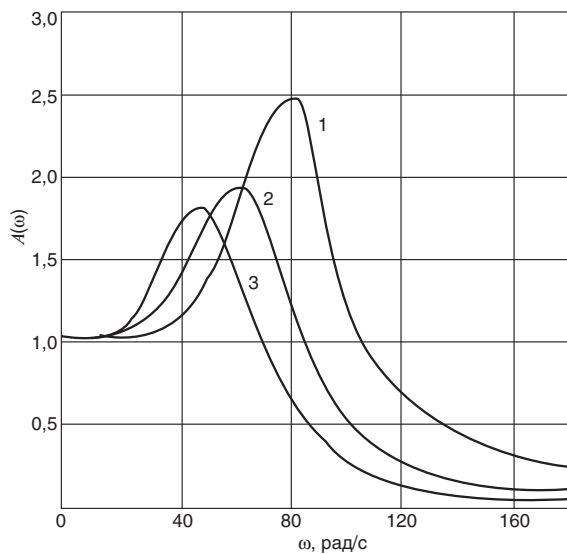


Рис. 4. Амплитудно-частотные характеристики гидрообъемного привода с высокомоментным гидромотором ВГД-210 при различной длине нагнетательного трубопровода, м: 1 – 1250; 2 – 2360; 3 – 3950

Ниже приведены величины ω_c и ζ , полученные различными методами:

- частотным методом $\omega_c = 54,5$ рад/с; .
- методом переходного процесса $\omega_c = 54,5$ рад/с, $\zeta = 0,25$;
- аналитическим расчетом по формулам $\omega_c = 60,5$ рад/с, $\zeta = 0,27$.

Как видно, собственная частота и коэффициент демпфирования, определенные аналитическими расчетами по формулам, практически совпали с результатами, полученными экспериментальным путем. Так как специфика гидрообъемного привода позволяет сравнительно легко варьировать многими параметрами, было проведено исследование с целью определения возможных значений ω_c и ζ при изменении длины нагнетательного трубопровода для некоторых величин J и k_y . Результаты исследований представлены в виде графиков на рис. 4 и 5.

Анализ полученных графиков показывает, что при увеличении длины нагнетательного трубопровода с 1250 до 3950 мм коэффициент демпфирования изменяется в следующих пределах:

- 1) с 0,19 до 0,31 (для $k_y = 6$ см⁵/кгс),
- 2) с 0,29 до 0,48 (для $k_y = 10$ см⁵/кгс).

Собственная частота колебания объемного гидропривода с высокомоментным гидромотором ВГД-210 с увеличением длины нагнетательного трубопровода с 1250 до 3950 мм уменьшается:

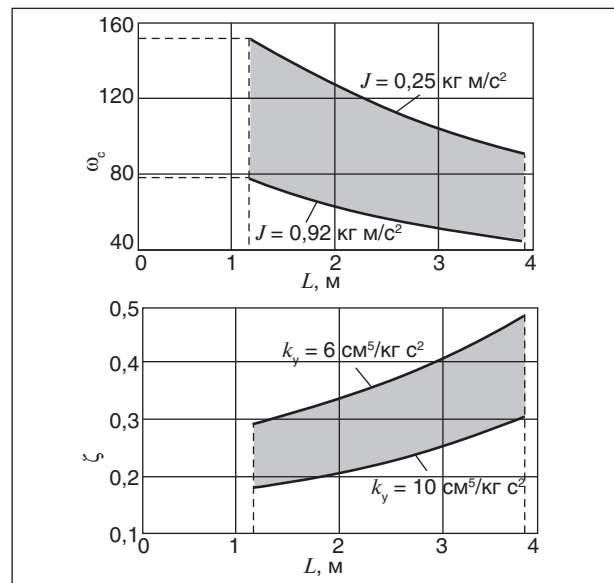


Рис. 5. Зависимость ω_c и ζ гидрообъемного привода от длины нагнетательного трубопровода

- 1) с 79 до 42 рад/с (для $J = 0,92$ кг м с²);
- 2) с 143 до 82 рад/с (для $J = 0,25$ кг м с²).

Из рассмотрения приведенных графиков амплитудно-частотных характеристик видно, что наибольшее значение усиления в системе, имеющее место при частоте внешней нагрузки, совпадающей с собственной частотой колебания привода, для различных длин нагнетательного трубопровода изменилось с 2,5 до 1,67 (при $J = 0,92$ кг м с² и $k_y = 6$ см⁵/кг с).

Полученные результаты показывают, что для объемных гидропередатчиков транспортно-технологических машин величины коэффициента демпфирования и собственной частоты колебаний могут быть получены в широких пределах, в том числе и за счет изменения длины нагнетательного трубопровода (т. е. объема масла под рабочим давлением). Определенные экспериментальным путем амплитудно-частотные характеристики, а также величины собственной частоты и коэффициенты демпфирования являются исходными данными для расчета гидрообъемного привода транспортно-технологических машин с высокомоментным гидромотором ВГД-210, рабочий режим которого характеризуется нагрузками, имеющими случайный характер. Следовательно, полученные результаты экспериментальных исследований позволяют при проектировании выбирать такие параметры гидрообъемного привода, которые обеспечат работу транспортно-технологических машин с улучшенной динамикой.

Литература

1. Гольд Б. В. Конструирование и расчет автомобиля. — М.: Машгиз, 1962.
2. Прокофьев В. Н. Гидравлические передачи колесных и гусеничных машин. — М.: Воениздат, 1960.
3. Серенсен С. В. и др. Избранные труды в трех томах. Т. 3 Квазистатические и усталостные разрушения материалов и элементов конструкции. — Киев: Наука, 1985.
4. Абасов К. А. Исследование динамики гидропривода горных машин в рабочем режиме. Дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. — М., 1967.
5. Бендат Д. Ж., Пирсол А. Применение корреляционного и спектрального анализа. — М.: Мир, 1983.
6. Пугачев В. С., Синицин И. Н. Теория стохастических систем. — М.: Лотос, 2004.
7. Пономаренко Ю. Ф. Высокомоментные радиально-поршневые гидромоторы горных машин. — М.: Недра, 1972.
8. Абасов К. А. Исследования динамических свойств гидропередат. Глава. IV. В кн. Ю. Ф. Пономаренко. Испытание гидропередат. — М.: Машиностроение, 1969.
9. Абасов К. А., Лозовецкий В. В. Статические и динамические характеристики гидроприводов рабочих систем транспортно-технологических машин // Транспорт: Наука, Техника и Управление. — М.: ВИНТИ, 2008. — №2.

ТЕМАТИЧЕСКИЕ ИЗДАНИЯ

О. В. Лебедев, Т. И. Пашковская, И. Э. Пашковский.

Инженерная графика: Учебное пособие для вузов. М.: ГОУВПО «МГУС», 2006. — 200 с., ил.

В пособии рассматриваются основные виды разъемных и неразъемных деталей машин и изделий, правила их изображения, рассмотрены основные правила построения и чтения чертежей различных изделий; подробно рассмотрены вопросы построения перспективных изображений, в том числе фронтального и углового интерьеров.

Т. Ю. Воронкова. Проектирование швейных предприятий

(Технологические процессы пошива одежды на предприятиях сервиса):

Учебное пособие. — М.: ФОРУМ; ИНФРА-М, 2006. — 128 с., ил.

(Высшее образование).

Изложены современные методы проектирования технологических процессов швейных цехов на предприятиях сервиса. Дана характеристика основных особенностей производства одежды по индивидуальным заказам, определяющим подход к проектированию швейных предприятий сервиса и технологических процессов. Рассмотрены основные принципы совершенствования технологических процессов, критерии и показатели прогрессивности процессов.

Для студентов вузов и инженерно-технических работников швейных предприятий сервиса. Может использоваться учащимися техникумов и колледжей.

Источники бесперебойного питания в системах автоматизированного управления зданием

И. И. Саморуков, Н. Н. Теодорович
Российский государственный университет туризма и сервиса

Введение

С увеличением потребности в высокоскоростных центрах обработки данных, системах телекоммуникационной связи в реальном масштабе времени и применении систем с непрерывным автоматическим технологическим процессом возрастает потребность в оборудовании, которое обеспечивает большое количество разнообразных возможностей, однако предъявляет определенные требования к источникам электропитания.

В данной статье проведен сравнительный анализ различных схем источников бесперебойного питания (ИБП), позволяющий оптимально спроектировать надежную систему резервированного питания.

Сравнительный анализ ИБП

При генерации электроэнергии сигнал имеет классическую синусоидальную форму, однако в тот момент, когда электропитание достигает потребителя, его качество далеко от идеального. Большинство типов искажений недопустимы, например значительные провалы напряжения и колебания частоты, которые могут привести к невосполнимым потерям, вызванным повреждением оборудования. Для обработки данных, связанных с выполнением критичных задач,

единственным эффективным решением является использование On-Line ИБП, способного решить все проблемы с питанием.

Существуют различные схемы резервирования, например параллельное резервирование, последовательное резервирование, системы с резервированием шины питания нагрузки, системы с синхронизацией выхода.

Стандартным средством защиты критичной нагрузки являются одномодульные ИБП, построенные по схеме с двойным преобразованием напряжения (On-Line). Они комплектуются батарейными комплектами, рассчитанными на непродолжительное время работы в автономном режиме (обычно до получаса). Основными элементами одномодульного ИБП, работающего по схеме On-Line, являются выпрямитель, инвертор, аккумуляторные батареи, зарядное устройство, а также устройства коммутации цепи Вурасс (обходная цепь питания нагрузки, минуя схему двойного преобразования).

Одномодульная система отличается высокой надежностью и простотой. Она является оптимальным решением для нагрузок, допускающих кратковременные запланированные отключения для обслуживания ИБП (рис. 1).

В ИБП, построенных по схеме с двойным преобразованием напряжения, существует дополнительный режим работы Вурасс, который

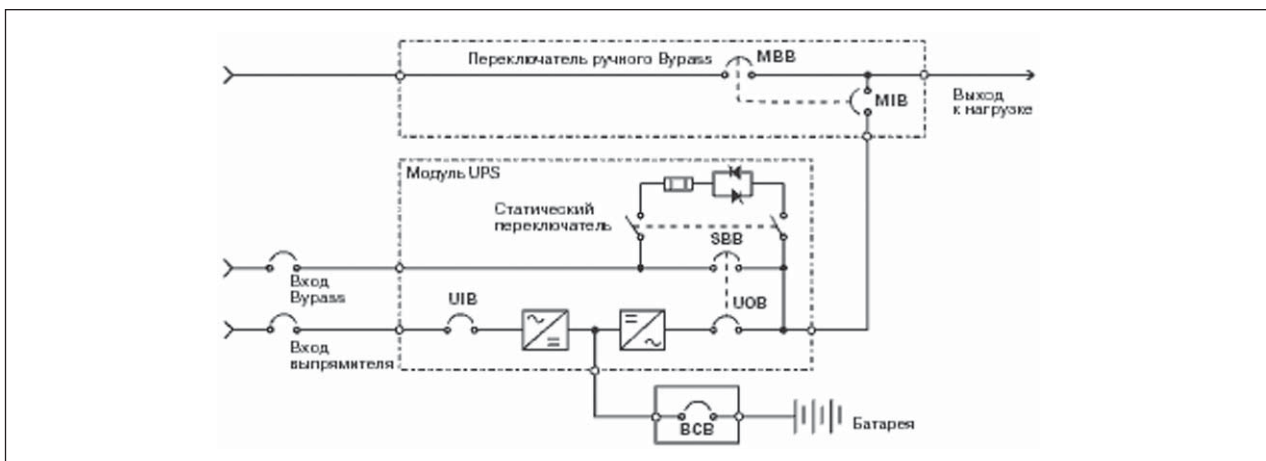


Рис. 1. Упрощенная схема одномодульного ИБП

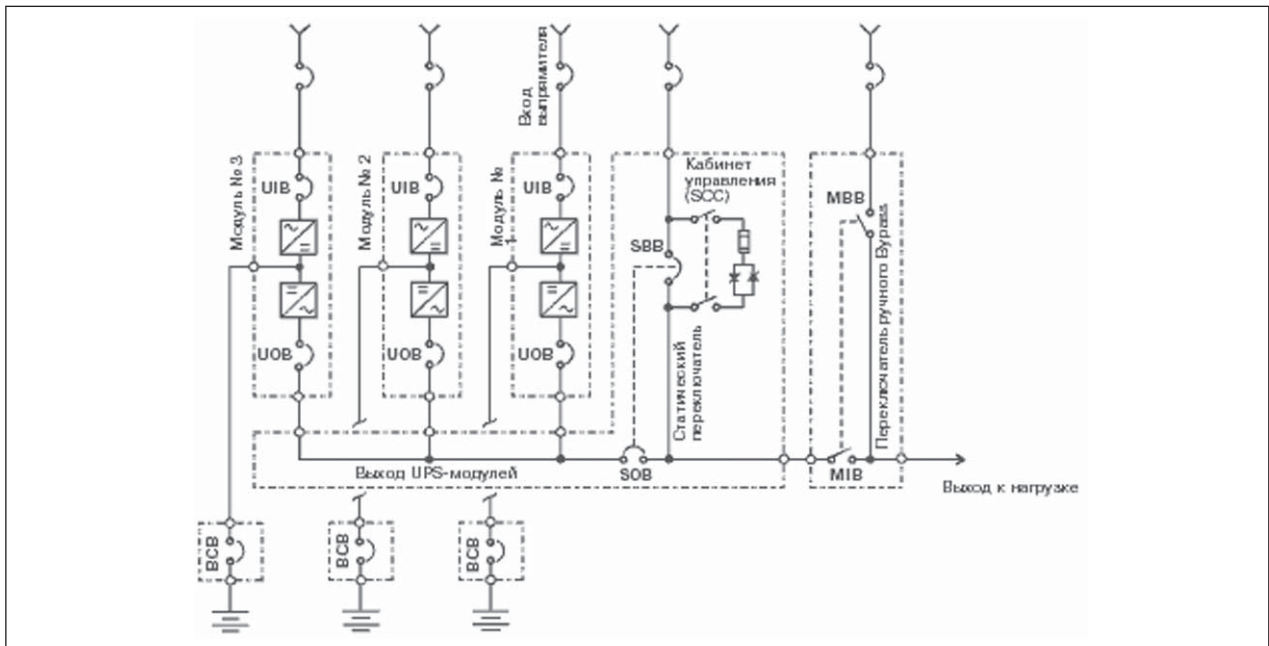


Рис. 2. Схема с параллельным резервированием

заключается в обходе схемы преобразования и питания критичной нагрузки отфильтрованным входным сетевым напряжением. При этом различают автоматический и ручной режимы. Автоматический переход обычно выполняется устройством управления ИБП в случае возникновения перегрузки на его выходе или при неполадках в жизненно важных узлах устройства. Таким образом, критичная нагрузка защищается не только от неполадок питающего напряжения, но и от неполадок в самом ИБП. Ручное переключение предусмотрено для проведения сервисного обслуживания ИБП.

В схемах параллельного резервирования достигается очень высокая равномерность распределения мощности нагрузки за счет дополнительных цепей синхронизации между соединенными параллельно одноранговыми модулями. Оптоволоконная технология соединения позволяет существенно увеличить помехоустойчивость цепей управления (рис. 2).

Система с последовательным резервированием состоит из одного или нескольких основных модулей и одного резервного. Каждый основной модуль работает на собственную нагрузку. Резервный модуль используется в качестве первичного источника питания входов Вурасс основных модулей системы (рис. 3)

В указанном случае имеется возможность проводить техническое обслуживание модулей без отключения нагрузки. Эта схема является более надежной по сравнению с одномодульной

схемой, а ее главным преимуществом является возможность комбинирования модулей с различной мощностью и разных производителей.

К недостаткам данной схемы можно отнести большее количество автоматических переключателей и защитных автоматов по сравнению

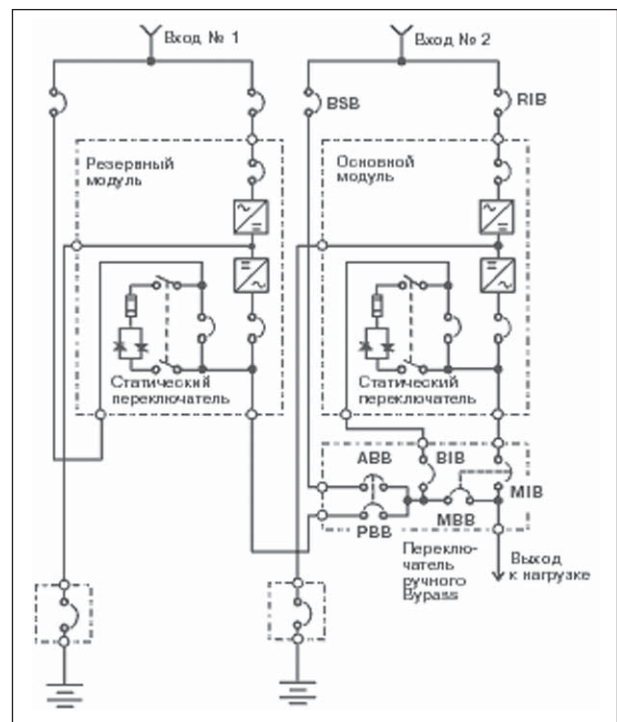


Рис. 3. Схема с последовательным резервированием

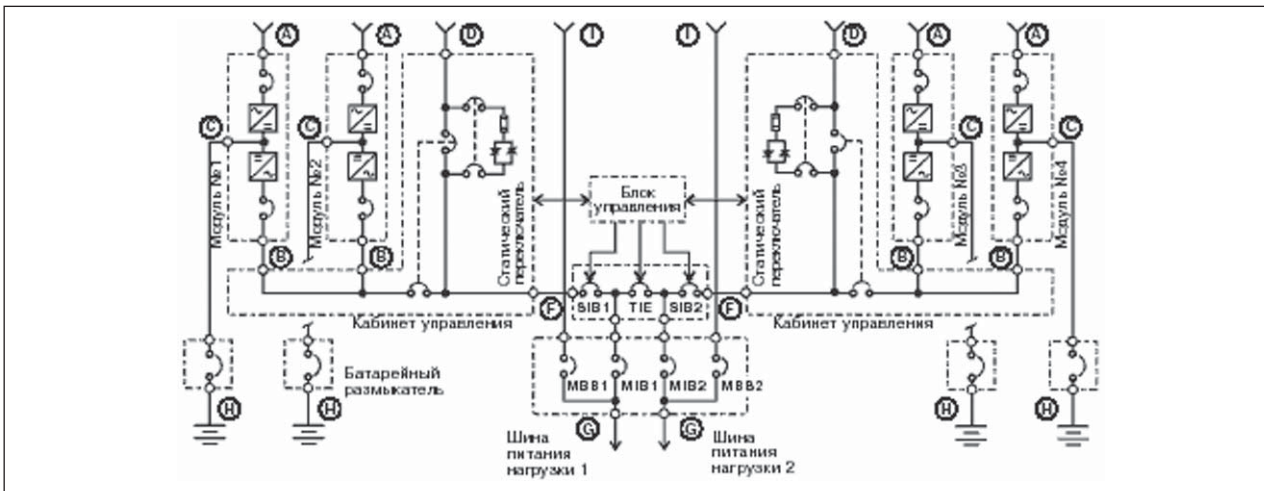


Рис. 4. Система резервирования шины питания нагрузки

с параллельными системами, необходимость в дополнительной цепи коммутации источника питания, высокая стоимость модернизации, ограничение мощности каждого сегмента нагрузки мощностью основного модуля.

Для увеличения надежности системы бесперебойного питания можно применять систему резервирования шины питания нагрузки, принцип которой заключается в использовании двух независимых систем бесперебойного питания. Мощности каждой из них должно быть достаточно для питания 100% критичной нагрузки. Для повышения надежности рекомендуется подключать их к фидерам независимых трансформаторных подстанций. Нагрузка разбивается на два сегмента, каждый из которых соединен отдельной шиной со своей системой бесперебойного питания (рис. 4).

Преимуществом указанной конфигурации является использование двойного выходного фидера в схеме резервирования. Система поддерживает две независимые выходные цепи питания. Схема резервирования непосредственно приближена к нагрузке, и тем самым достигается максимальная надежность системы. Кроме того, появляется возможность технического обслуживания шины питания нагрузки без ее отключения.

Существуют также системы с синхронизацией выхода, которые используются для питания нагрузки от двух независимых синхронных фидеров. Отсутствие электрической связи между выходными фидерами обеспечивает полную независимость одной цепи питания от другой в случае возникновения каких-либо проблем в нагрузке. Синхронизация ИБП осуществляется

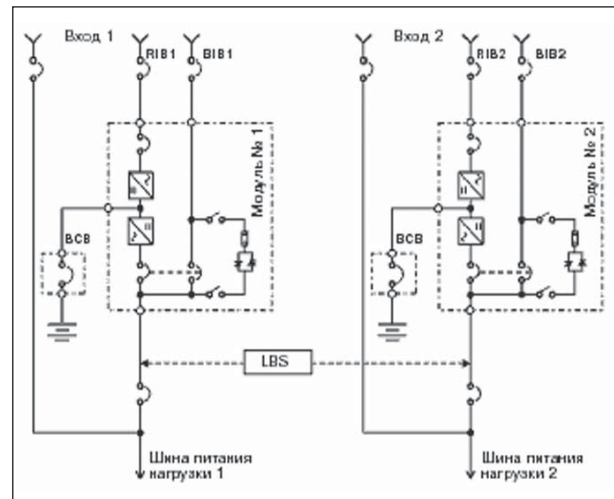


Рис. 5. Система с синхронизацией выхода

с помощью цепей синхронизации без силового соединения на их выходе. При этом допускается даже подключение ИБП к независимым трансформаторным подстанциям (рис. 5).

Основным преимуществом данной системы является ее экономичность, надежность, удобство обслуживания.

Выводы

Таким образом, при проектировании системы бесперебойного питания необходимо учитывать не только критичность нагрузки к питающему напряжению, но и множество факторов, связанных с простотой конструкции, возможностью ее обслуживания, надежностью и, наконец, стоимостью оборудования и информации, которые данная система будет защищать.

Литература

1. Волков М. А., Душин В. К., Теодорович Н. Н. и др. Задачи оперативного автоматического управления режимами электрических сетей // Материалы VIII Международной НТК «Современные средства управления бытовой техники». — М.: МГУС, 2003. — С. 63–68.
2. Душин В. К., Евлампиев В. О., Трошин А. В. Методы построения отказоустойчивых систем гарантированного электропитания // Материалы V Международной научно-практической конференции «Информационные технологии в XXI веке». — М., 2003. — С. 67–72.
3. Душин В. К., Ильин С. А., Паниткин А. С. Варианты организации систем электропитания вычислительных сетей // Известия вузов — электротехнические комплексы и информационные системы. — М.: Франтэра, 2005. — № 1. — С. 5–9.
4. Душин В. К., Саморуков И. И., Теодорович Н. Н. и др. Системы бесперебойного питания локальных вычислительных сетей // Электротехнические и информационные комплексы и системы. — М.: Радиотехника, 2006. — № 2. — С. 13–15.
5. Золотарев С. В., Фрейдман А. В. Системы автоматизации зданий на базе сети ВАСnet // АВОК. — 2003. — № 5.

ТЕМАТИЧЕСКИЕ ИЗДАНИЯ

В. Е. Емельянов. Производство автомобильных бензинов. — М.: Издательско «Техника», 2008. — 192 с.

В книге изложены требования к качеству вырабатываемых и перспективных автомобильных бензинов.

Приведено краткое описание современных технологических процессов переработки нефти с целью получения бензиновых компонентов. Рассмотрено производство различных оксигенатов — высокооктановых кислородсодержащих соединений, применяемых в составе автобензинов.

Подробно охарактеризованы физические, химические и эксплуатационные свойства различных бензиновых компонентов, а также присадок и добавок для улучшения эксплуатационных свойств.

Рассмотрены вопросы контроля качества, транспортирования, хранения и применения автобензинов.

Монография предназначена для инженерно-технических работников предприятий нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности, работников автотранспортных предприятий, а также бизнесменов, экономистов и менеджеров этих отраслей.

В. Е. Емельянов, В. Н. Скворцов. Моторные топлива: антидетонационные свойства и воспламеняемость. — М.: Издательско «Техника», 2006. — 192 с.

Приведены сведения о требованиях к качеству и технологии производства моторных топлив, методах оценки их детонационной стойкости и воспламеняемости. Изложены основные теоретические и практические вопросы, относящиеся к определению детонационной стойкости и воспламеняемости моторных топлив на современных одноцилиндровых установках, их техническое обслуживание, а также новейшие достижения техники в области усовершенствования установок и методов испытаний.

Книга предназначена в качестве практического руководства для работников лабораторий нефтеперерабатывающих и нефтесбытовых предприятий, для работников автомобильного и воздушного транспорта и других отраслей, а также широкому кругу инженерно-технических работников, будет полезна аспирантам и студентам вузов и техникумов.