

ВЕСТНИК

Череповецкого государственного университета



НАУЧНЫЙ
ЖУРНАЛ

*Основан
в 2002 году*

**ЕСТЕСТВЕННЫЕ
И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

2/2003

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Основан в декабре 2002 г.

№ 2(5) • 2003 • ОКТЯБРЬ. *Выходит два раза в год*

НАПРАВЛЕНИЕ: *Естественные и технические науки*

УЧРЕДИТЕЛЬ: Череповецкий государственный университет

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Н.И. ШЕСТАКОВ, д-р техн. наук, проф. (*гл. редактор*);
А.И. ВИНОГРАДОВ, канд. техн. наук, доц. (*зам. гл. редактора*);
П.В. ДЕМИДОВА, канд. пед. наук, доц. (*ответственный секретарь*);
В.М. ВАСИЛЬЦОВА, д-р экон. наук, проф.;
В.С. ГРЫЗЛОВ, д-р техн. наук, проф.;
Э.А. ГАРБЕР, д-р техн. наук, проф.;
З.К. КАБАКОВ, д-р техн. наук, проф.;
Е.В. ЕРШОВ, канд. техн. наук, доц.
Н.П. КОЛОМИЙЦЕВ, канд. биол. наук, доц.;
В.В. МУХИН, д-р физ.-мат. наук, проф.;
В.В. ГЛАШЕНКОВ, д-р воен. наук, проф.;
С.А. ЩЕЛКУНОВ, канд. хим. наук, доц.

РЕДАКТОРЫ:

Н.А. БАЧУРИНА, Н.С. МЕНЬКИНА

Адрес редакции: 162600, г. Череповец, пр. Луначарского, 5, тел. (8202) 51-72-40

КАК ВОЙТИ В ЕВРОПЕЙСКОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ ПРОСТРАНСТВО

Череповецкий государственный университет – молодой вуз нового типа, действительный член Евразийской Ассоциации университетов. Созданный в период расцвета интеграционной идеологии (1996 г.) на базе существовавших индустриально-педагогического институтов, ЧГУ достаточно быстро прошел период своего становления и активно включился в процесс создания универсальной образовательной структуры. Сегодня, обогащая и поддерживая друг друга, полноценно развиваются и классические университетские, и педагогические, и инженерно-технические, и экономические направления подготовки. Руководствуясь идеалами гуманизма и справедливости, университет ставит своей целью подготовку творчески мыслящих личностей с широким кругозором, глубокими знаниями и независимыми суждениями, которые способны стать будущим интеллектуальным потенциалом России.

Структура университета включает 52 кафедры, объединенные в 5 институтов: гуманитарный; математики (физики и информатики); металлургии и химии; педагогики и психологии; инженерно-экономический. Каждый институт стремится максимально полно соответствовать реальным потребностям крупного промышленного региона в высококвалифицированных кадрах, быстро и действенно реагировать на меняющуюся конъюнктуру рынка и образовательные потребности жителей.

Наличие в нашем городе ведущих производственных комплексов России (ОАО «Северсталь», ОАО «Аммофос», ОАО «Азот» и др.), прогрессивное развитие наукоемких и образовательных технологий, экологические проблемы – являются благодатной почвой для обеспечения высокого уровня фундаментальных и прикладных научных исследований в металлургии, химии, строительстве, социологии, естественных и гуманитарных

науках, вычислительной технике и программировании. Все это позволяет привлекать в университет молодых ученых, развивать аспирантуру и докторантуру, усиливать международные контакты, создает базу для освоения передовых образовательных технологий.

Развивая и совершенствуя качество своей «продукции», университет ориентируется на решение проблем в рамках регионального бизнес-менталитета. Главным звеном стратегических планов крупных промышленных регионов является стратегия развития ведущих предприятий, что создает своего рода корпоративный климат и понимание на всех уровнях региональной политики. Региональный университет, как правило, являясь одной из составляющих социальной инфраструктуры, непосредственно участвует в формировании этого климата. Тысячи студентов, преподавателей и сотрудников университета, десятки тысяч выпускников, абитуриентов, родителей студентов – все вместе они создают серьезный социальный пласт. Это не просто значительная по количеству группа горожан, это специфическая часть населения, ориентированная на проблемы образования, заинтересованная в их оптимальном решении. Поэтому университет несет основную ответственность за уровень образованности населения региона, его интеллектуальный потенциал, социальный настрой, наличие местных научных школ.

Конкретизация университетского участия в корпоративности обеспечивается за счет решения главной задачи обучения – формирования профессионального мышления, которое осуществляется через накопление у студента ряда способностей: способности дать оценку выбора направления своего обучения, способности обобщать научные принципы в структурную модель изучаемой предметной области, способности решать экспериментально-теоретические задачи методами системного анализа,

способности выбирать и определять концептуальные технологические решения, способности решать прикладные задачи профессиональной направленности. Целенаправленное развитие профессионального мышления до уровня профессионально-корпоративной культуры невозможно без участия крупных промышленных предприятий. Конкретно роль предприятий сводится к разработке основной формулы профессионального мышления, к участию в создании модели специалиста (набору образовательных модулей), контроллингу профессионального мышления. В рассматриваемой схеме формирования профессионально-корпоративной культуры корпоративная составляющая представляет такой набор образовательных механизмов, который конкретно работает на стратегическом поле предприятий, является своего рода товаром с определенными физическими параметрами и стоимостью. Реальная оценка этих параметров исключает прецедент спора и создает партнерские договорные отношения между предприятием и вузом.

В течение последнего десятилетия прошлого века дискуссии о развитии и совершенствовании образования в большинстве стран мира и в мировом сообществе в целом были сконцентрированы на проблеме «Каким должно быть образование в XX веке». Наступил новый век, но проблемы ушедшего столетия остались. Более того, они обострились в связи с глобализацией мировой экономики и усилением конкуренции не только между отдельными странами, но и между основными геополитическими регионами. В эту конкуренцию все больше и больше втягиваются и национальные системы образования. Не будучи в состоянии выжить в одиночку, они объединяются и совместно решают проблемы возвращения утраченных позиций в рамках своих регионов.

Характерным примером в этом отношении является Европейский геополитический регион. Достаточно сослаться на «Совместную декларацию о гармонизации системы европейского высшего образования», подписанную 25 мая 1998 г. в Париже министрами образования Франции, Германии, Италии и Великобритании, в которой утверждается, что Европе предстоит период значительных изменений как в системе образования, так и в системе условий труда, диверсификации про-

фессиональных карьер, когда получение образования в течение всей жизни становится необходимым. Там же было принято предложение создать «общее европейское пространство высшего образования».

В июне 1999 г. министры образования тридцати европейских стран подписали Болонскую декларацию, в которой развиваются идеи Парижской декларации 1998 г. Её цель – установление европейской зоны высшего образования, а также активизация европейской системы высшего образования в мире. Предложения, рассматриваемые и исполняемые в рамках Болонского процесса, сводятся к шести ключевым позициям:

1. *Введение двухциклового обучения:* 1-й цикл – до получения первой академической степени, 2-й цикл – после получения первой академической степени.

2. *Введение кредитной системы:* сделать её накопительной системой, способной работать в рамках концепции «обучение в течение всей жизни».

3. *Контроль качества образования:* оценка будет основываться не на длительности или содержании обучения, а на тех знаниях, умениях и навыках, которые приобрели выпускники.

4. *Расширение мобильности:* как для учащихся, так и для преподавателей для взаимного обогащения европейским опытом.

5. *Обеспечение трудоустройства выпускников:* знания выпускников должны применяться и практически использоваться во всей Европе, а профессиональное признание квалификаций должно быть облегчено.

6. *Обеспечение привлекательности европейской системы образования:* способствовать повышению интереса европейских и иных граждан к высшему образованию и привлечению в Европу большего количества учащихся из других регионов мира.

17-19 сентября 2003 г. в Берлине на конференции министров высшего образования европейских стран Россия определилась по поводу своего участия в Болонском процессе, и было принято решение о присоединении России к Болонской декларации. Это означает для нашей страны следующие преимущества:

– будут признаваться и засчитываться студен-

там (на основе «зачетных кредитов») курсы дисциплин, прослушанных в любом университете любой страны – участницы Болонского процесса;

– на основе внедрения общеевропейских требований к образовательным программам и процедурам, критериям аттестации и аккредитации вузов будет повышено качество отечественного высшего образования;

– расширится академическая мобильность студентов и преподавателей, значительно возрастут возможности студентов прослушать, в том числе на основе технологий дистанционного обучения, курсы: тех или иных дисциплин в любом из университетов – участников Болонского процесса;

– в итоге будет обеспечено признание дипломов о высшем образовании для университетов всех стран – участниц Болонского процесса.

Было бы бесполезно и, вероятно, неуместно ссылаться на ряд трудностей с определением понятия равенства в международном сотрудничестве в области высшего образования. Обеспечение любых действительно равных условий предполагает стыковку различных вузовских и индивидуальных интересов, возможностей и способностей. Это сложная задача, которая требует тщательного и скрупулезного подхода и может быть успешно решена лишь при выполнении определенных предварительных условий. Одним из таких условий, имеющих особое значение для обеспечения внутриевропейских связей, является поиск и разработка так называемого европейского стандарта. Положительной попыткой выработать требования к диплому европейского инженера является учреждение Европейской ассоциации магистров делового администрирования (программа MBA), которая сегодня довольно активно внедряется в систему послевузовского образования.

Программа MBA (Master of Business Administration) предназначена, в первую очередь, для подготовки менеджеров высшего управленческого звена. Данная программа является комплексной – в ней гармонично сочетаются вопросы менеджмента, маркетинга и управления финансами. Вместе с тем она предоставляет слушателю возможность специализации в соответствии с особенностями его практической деятельности. Развитие данной программы приводит к значительному расширению международных связей и позволяет универ-

ситетам становиться наиболее вероятными претендентами на участие в проектах Европейского Союза по обеспечению мобильности студентов и Европейской системы признания вузовских оценок.

Другим важным направлением является программа Европейского Союза «Темпус», направленная на оказание содействия в совершенствовании систем высшего образования в странах Восточной Европы, Центральной Азии, Западных Балкан и Средиземноморья. В рамках программы «Темпус» предусмотрено выделение финансовых средств на стимулирование взаимодействия и сотрудничества между высшими учебными заведениями стран-партнеров и Европейского Союза. «Темпус» является частью программы «Тасис» – основной инициативы ЕС по предоставлению грантов в целях поддержки перехода к рыночной экономике и становления демократического общества. Программа «Темпус» охватывает приоритетные направления реформирования в системе высшего образования через разнообразные виды сотрудничества, способствуя осуществлению преобразований на всех уровнях высших учебных заведений.

В Российской Федерации идет процесс глубоких социальных и экономических преобразований. Развитие «новой экономики» является одним из приоритетных направлений государственной политики. Это предусматривает создание современных отраслей экономики, основанных на использовании информационных технологий, на сохранении научного потенциала для повышения конкурентоспособности России на мировых рынках. Система образования является важным фактором сохранения места России среди ведущих стран мира, её международного престижа как страны, обладающей высоким уровнем культуры, науки и образования. Высшему образованию придается смысл движущей силы социально-экономического прогресса. Оно выполняет системообразующие функции источника новых знаний и качественных людских ресурсов, важнейшего элемента инновационного потенциала общества, опорной базы национальной информационной системы во взаимосвязи с мировыми системами получения, хранения и передачи знаний, а также фактора развития всех других уровней образования. Поэтому наряду с

поиском решений исторически сложившихся проблем отечественной высшей школы, осложненных проявлениями системного кризиса в обществе, стратегия развития системы высшего образования должна учитывать новые возможности, связанные с необходимостью функционировать в условиях международного образовательного взаимодействия, конкуренции и сложившегося реального неравенства в мировом образовательном сообществе.

В широком плане стратегия развития высшего образования должна формироваться не только исходя из представлений о ней как о производителе образовательных и иных услуг. Её необходимо рассматривать как творческую среду, социокультурная функция которой заключается в воспроизводстве знаний и ценностей, в создании концепций, теорий, методологии, технологии, информации и т.п. В научно-образовательном процессе реализуются не столько отношения «производитель – потребитель услуги», сколько отношения профессионального сотрудничества, результатом которого является новый уровень профессиональной компетентности участников как активных членов общества, а также целый шлейф общественно значимых интеллектуальных продуктов и воздействий.

Одним из важнейших направлений модернизации российского образования является обновление его содержания и повышение качества в соответствии с перспективой развития экономических «макрорезон». Критериями эффективности становятся условия трудоустройства по специальности, служебного продвижения, получения соразмерного дохода, увеличение вклада и общественную производительность. Общеизвестно, что уровень образованности населения позитивно влияет на экономику государства и отдельного региона. Сегодня уровень образованности во всем мире принято считать как отношение количества обучающихся к 10 000 населения. Для разных стран этот показатель по высшей школе колеблется от 100 до 550 человек. В Вологодской области он составляет примерно 220 – 300 человек, что немного выше среднего по России.

Сегодня в России в вузы поступает большинство выпускников школ. Очевидно, не все они готовы к интенсивной интеллектуальной деятельности,

что вынуждает высшие учебные заведения подстраивать свои образовательные программы под их уровень, и это существенный фактор, определяющий качество высшего образования в целом. Таким образом, в российском образовании повторяются мировые тенденции превращения высшего образования из элитного в массовое. Увеличение количества обучающихся не всегда приводит к повышению качества образования. Причин в этом много, но главной из них для России считают глубокий экономический кризис системы образования, который в некоторых случаях порождает ситуацию «преподаватели делают вид, что учат, а студенты делают вид, что учатся». Практически преподаватель из творческого работника превращается в «ремесленника-многостаночника», бегающего «по кругу» в поисках зарабатывания денег в различных образовательных учреждениях. Лучшие, талантливые молодые преподаватели находят выход в переходе на более оплачиваемую работу, в создании коммерческих структур, в отъезде за границу. Увеличивается возрастной разрыв между студентами и преподавателями, а в преподавательской среде исчезает преемственность поколений. Экспансия в регионы ряда государственных и негосударственных вузов в виде многочисленных их филиалов не способствует притоку известных преподавателей высшей квалификации, а создает эффект псевдодоступности высшего образования и псевдонаучного «авторитета» без реального вклада в экономику региона.

Однако если высшее образование становится по определению массовым, то потребность в элитном образовании не только не исчезает, но, наоборот, обостряется. Проблема как бы распадается на две части: качество массового высшего профессионального образования и принципиально иное качество элитного высшего образования. Понятно, что организационные подходы к решению проблемы будут абсолютно разными. С этим связана необходимость перехода российского высшего образования к многоступенчатой подготовке специалистов к более активному использованию дополнительных образовательных программ. Классический университет обязан предоставить выпускнику, кроме основной программы, еще и некий «джентльменский» набор дополнительного образования: программы MBA и всевозможные

зования: программы MBA и всевозможные сертифицированные курсы. Для реализации программ элитного обучения должны формироваться исследовательские университеты, строиться крупные университетские комплексы, обеспечивающие проведение единой государственной политики в области развития приоритетных направлений образования, науки, техники и технологий. В регионах эти университеты должны ориентироваться на местный бизнес-менталитет и увязывать свои программы с развитием региональной, профессиональной и корпоративной культуры.

Создание крупного научно-образовательного комплекса, каким видится будущее ЧГУ, невозможно без капитальной реконструкции материальной базы. Современные образовательные и исследовательские технологии не могут развиваться путем приспособленческой политики привязки старого к новым условиям, они требуют глубокой инфраструктуризации и «интерьеризации» учебно-лабораторных зданий, наличия научно-исследовательских центров и корпоративной внутриуниверситетской культуры.

Основные стратегические направления деятельности, отражающие специфику регионального классического университета, можно представить как:

1. Определение приоритетных направлений подготовки специалистов с учетом ориентации на рынок труда и специфику развития региона. Обеспечение многоуровневости подготовки и развития дополнительного образования.

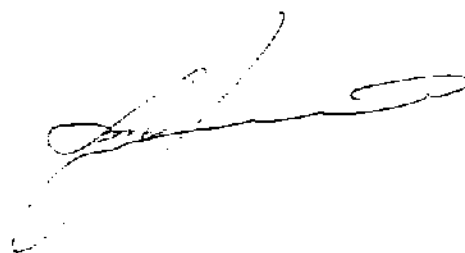
В.С. Грызов, ректор Череповецкого государственного университета, д-р техн. наук, проф., засл. деят. науки РФ, почетный работник высшего профессионального образования РФ, академик

2. Создание условий для непрерывного профессионального роста кадров. Организация различных форм повышения квалификации за счет интеграции с ведущими учебными и научно-исследовательскими центрами России и зарубежья.

3. Развитие современных образовательных технологий. Формирование корпоративной информационной среды, системы открытого образования. Обучение и переподготовка кадров в области информационных технологий.

4. Создание на базе университета академических и инновационных структур. Формирование научного блока, тесно связанного с образовательным. Формирование инновационного блока, направленного на привлечение дополнительного финансирования основных видов деятельности и обеспечивающего своеобразный полигон для практического освоения результатов учебных и научных разработок.

На основе накопленного материала, опыта работы высшей школы, а также новых тенденций продвижения в европейское образовательное пространство можно сформулировать основную цель в стратегии развития и управления регионального университета -- **создание системы обеспечения качества высшего профессионального образования при условии сохранения его фундаментальности на основе поиска новых подходов к повышению эффективности организации и управления образовательным процессом.**



Раздел I

БИОЛОГИЯ

УДК 612.017.2

А.А. Артеменков
Череповецкий государственный университет

ОРГАНИЗАЦИЯ АДАПТИВНЫХ РЕАКЦИЙ БИОСИСТЕМ

Одной из актуальных проблем современной биологии и медицины остается проблема изучения закономерностей процесса адаптации человека к различным факторам среды. Данная проблема комплексна и многогранна, с ней связаны многие вопросы здоровья и патологии человека. Следует отметить, что имеется тесная связь адаптации организма с процессами саморегулирования в многокомпонентных биологических системах.

Адаптивность является одним из основных свойств живых организмов. В процессе адаптивности происходит перестройка параметров внутренней среды организма. В реакциях адаптации наиболее полно раскрываются индивидуальные черты реагирования биосистем при любом уровне их морфофункциональной организации, а адаптационные возможности организма служат мерой индивидуального здоровья [7].

К настоящему времени накоплен большой фактический материал по структурно-функциональной основе компенсаторно-приспособительных

реакций, однако до сих пор нет четкой градации процессов адаптивной перестройки организма. Часто при оценке адаптационных реакций исходят из того, что нарушение приспособительной деятельности организма в экстремальных ситуациях и при патологии осуществляется по аналогии со стадиями общего адаптационного синдрома.

Такой подход оценки большого разнообразия приспособительной деятельности организма явно недостаточен. Это указывает на необходимость дифференциации не только стадий общего адаптационного синдрома, но и соответствующих им уровней функционирования биосистем. Наряду с этим, рассматривая общий адаптационный синдром как многоуровневый колебательный процесс с закономерно меняющимися параметрами ответной реакции, вариабельностью ритмов и реактивностью биосистем, А.А. Путилов [11] полагает перспективным решение данной проблемы с позиции концепции системообразующей функции биологической синхронизации.

Результаты исследований указывают на то, что процессы адаптации формируются по принципу "прерывно-непрерывного" изменения активности функционирующих структур, взаимозаменяемости и обратимости их состояний. Приспособительный эффект саморегуляции всегда обеспечивается антагонистическими процессами, волнообразным изменением функций, асимметрией вегетативных показателей [3], [5], [9]. Саморегуляция физиологических функций является основным механизмом поддержания жизнедеятельности организма на постоянном уровне. Организм сам выбирает и поддерживает параметры гомеостаза, меняет их в зависимости от потребностей. Физиологическая саморегуляция является автоматическим процессом с обратной связью.

Организм представляет собой единую гомеостатическую систему. В результате непрерывного нейрогуморального взаимодействия компонентов этой системы формируется функциональная сопряженность, гарантирующая минимизацию энергетических затрат на приспособительные процессы. Если функциональный дефект выражен сильно и не может быть компенсирован на местном уровне перестройкой активности поврежденной структуры, то компенсаторная реакция приобретает генерализованный характер, охватывает многие системы организма на всех уровнях их организации. Она начинается с осуществления срочных, а затем и более долговременных компенсаторных реакций, которые можно назвать адаптацией [2], [3], [10], [12].

При определении количественных и качественных особенностей адаптационных сдвигов организма в ответ на воздействие необходимо учитывать последовательность включения компенсаторно-приспособительных реакций, их взаимодействие и интенсивность. Между тем характер адаптационных изменений зависит от скорости и интенсивности воздействия фактора. Вследствие этого адаптационные реакции регулируются и устанавливаются на уровне временной координации функций, и лишь затем возникают обменные, энергетические и структурные изменения [1], [8].

По мнению И.А. Сапова, В.С. Новикова [13], длительно сохраняющиеся признаки напряжения функциональных систем организма свидетельствуют о перегрузках, а уменьшение напряжения

указывает либо на наступление адаптации, либо на истощение компенсаторно-адаптационных возможностей. Критерием же адаптации является выход биосистемы на новый стабильный функциональный уровень, обеспечивающий оптимальную жизнедеятельность в течение длительного времени.

Из курса биофизики [6] известно, что живой организм представляет собой открытую термодинамическую систему. Если биосистема отклоняется от стационарного состояния, то в ней наступают изменения, которые будут приближать систему к стационарному уровню. Это свойство системы называют аутостабилизацией. Если биологическая система испытывает небольшое внешнее воздействие, то уровень стационарного состояния сохраняется. Система может переходить из одного состояния в другое, более выгодное при новых условиях. Живой организм способен изменять уровень стационарного состояния в результате воздействия окружающей среды и при патологических процессах. Необходимо четко представлять, что при мышечной работе возможны временные отклонения от стационарного состояния и переходы на новые стационарные уровни. Типичные кривые перехода от одного стационарного уровня к другому характеризуются экспоненциальностью. Такой простой экспоненциальный переход от одного уровня к другому характерен для частоты сердечных сокращений и частоты дыхания.

Функционирование на стационарном уровне, а также в ходе постнатального онтогенеза сопровождается образованием большего числа положительных корреляций между вегетативными и респираторными показателями. Переход на новый функциональный уровень регуляции ведет к сокращению корреляций с ослаблением жестких связей, обеспечивающих возможность маневрирования параметров при стабилизации констант гомеостаза. Так, при выполнении велоэргометрической нагрузки происходит рассинхронизация кардиореспираторного сопряжения, уменьшение числа положительных корреляций. Регуляция функций при различных воздействиях протекает тем совершеннее, чем больший диапазон возможностей представляют организму его физиологические нормы и чем больше физиологические резервы организма. Если регуляция происходит за

пределами границы нормы, возникает перенапряжение функциональных систем, нарушение переходного характера реагирования на любое воздействие [3], [4].

По нашим данным [4], функционирование в состоянии покоя и переход системы на новый стационарный уровень зависит от исходного вегетативного тонуса и уровня нейрогуморальной регуляции функций. Эти характеристики определяют динамику частоты сердечных сокращений и показатели вегетативного гомеостаза. Показано, что колебания частоты сердечных сокращений у ваготоников минимальные, а у симпатикотоников – максимальные. Соответственно изменяются и показатели вариабельности сердечного ритма. Переход на новый стационарный уровень функционирования требует перестройки механизмов соматовисцерального взаимодействия. В результате этого формируется функциональная сопряженность, характеризующаяся доминированием механизмов, которые обеспечивают адаптацию к новым условиям.

В настоящее время наибольшую значимость приобретает принцип асимметричного взаимодействия биосистем. Нами выявлен коэффициент билатеральной асимметрии, рассматриваемый как неспецифический критерий соматовисцерального взаимодействия [3], [4], [5]. Электрокардиограмма, электропроводность, температура тела, артериальное давление, дермографическая проба, интегрированные в виде коэффициента билатеральной асимметрии, менялись в состоянии покоя, при дозированных физических нагрузках и в процессе постнатального онтогенеза. Этот коэффициент отражает как местные системные, так и корково-висцеральные взаимоотношения и может дать новую количественную информацию о жизнедеятельности в норме и при патологии. Процесс достижения полезного адаптивного результата характеризуется асимметрией физиологических показателей. Высокие значения коэффициента билатеральной асимметрии связаны с мобилизацией адаптационных процессов, а снижение коэффициента – с достижением полезного приспособительного результата. Поэтому конкретным принципом анализа физиологических систем (биосистем) является принцип асимметричного взаимодействия.

В наших экспериментах [4] подтверждено, что

коэффициент латерализации, асимметрии соматовегетативных показателей точек левой и правой сторон тела, по-видимому, может дать некоторые сведения о межсистемных взаимодействиях как таковых. Имея в виду полученные ранее данные об асимметричной работе периферического вегетативного аппарата (ганглий периферического ствола блуждающих нервов), можно подтвердить наличие латерализации ряда показателей функционирования вегетативной нервной системы и висцеральных функций при различных функциональных состояниях и в ходе онтогенеза. При этом выявляется индивидуальный латеральный профиль, который проявляется доминированием вегетативных параметров с одной стороны тела, и их динамичностью – с другой. Латерализация, вероятно, обусловлена асимметрией структур, регулирующих висцеральные функции [5].

Итак, на основании литературных данных и собственных исследований можно утверждать, что адаптация (приспособление) – это одно из основных качеств биосистем. Адаптация обеспечивается физиологическими реакциями, происходящими на клеточном, органном, системном и организменном уровнях. Биологический смысл адаптации заключается в поддержании гомеостаза. Гомеостаз может переходить на новый стационарный уровень, более адекватный для данных условий. Вегетативная нервная система обеспечивает переключение функциональных систем на новый уровень регуляции и новую соматовисцеральную синхронизацию. Процесс достижения полезного адаптивного результата характеризуется асимметрией физиологических показателей.

Список литературы

1. Агаджанян Н. А. О мировоззренческих и биологических аспектах адаптации к новой среде обитания // Тезисы докладов 2-й Всесоюзной конференции по адаптации человека к различным географическим, климатическим и производственным условиям. – Новосибирск, 1977. – Т. 1. – С. 17.
2. Артеменков А. А. Нервно-гуморальная регуляция функций организма: Метод. рекомендации. – Череповец: ЧГПИ, 1994. – 6 с.
3. Артеменков А. А., Герасимов А. П., Синельникова Е. В., Смирнов О. Н. Коэффициент билатеральной асимметрии в оценке эффективности межсистемного взаимодействия // Экспериментальная

и прикладная физиология. Развитие теории функциональных систем: Материалы конференции молодых ученых "Системная организация физиологических функций". – М., 1999. – Т. 8. – С. 360.

4. Артеменков А.А. Динамика кардиореспираторного сопряжения при дозированных физических нагрузках: Автореф. дис... канд. биол. наук. – СПб., 2002. – 17 с.

5. Артеменков А.А., Пушкарев Ю.П., Синельникова Е.В. Латерализация механизмов, регулирующих висцеральные системы // Тезисы симпозиума "Растущий организм: адаптация к физической и умственной нагрузке". – Казань, 2001. – С. 8-10.

6. Артюхов В.Г., Ковалева Т.А., Шмелев В.П. Биофизика. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1994. 336 с.

7. Казначеев В.П. Современные аспекты адаптации. – Новосибирск: Наука, 1980. – 190 с.

8. Коростовцева И.В. Повышение устойчивости к гипоксии. – Л.: Медицина, 1976. – 164 с.

9. Крыжановский Г.Н. Некоторые закономерности осуществления биологических процессов и их роль в патологии // Патологическая физиология и экспериментальная терапия. – 1974. – № 6. – С. 3.

10. Меерсон Ф.З. Защитные эффекты адаптации и некоторые перспективы развития адаптационной медицины // Успехи физиологических наук. – 1991. – Т. 22. – № 2. – С. 52-89.

11. Путилов А.А. Системообразующая функция синхронизации в живой природе. – Новосибирск: Наука, 1987. – 144 с.

12. Пушкарев Ю.П., Артеменков А.А., Герасимов А.П. и др. Компенсаторно-адаптационные возможности организма взрослых и детей // Гигиена, экология и репродуктивное здоровье подростков: Тезисы докладов. – СПб.: СПбГПМА, 1999. – С. 10-11.

13. Сапов И.А., Новиков В.С. Неспецифические механизмы адаптации человека. – Л.: Медицина, 1984. – 145 с.

УДК 599.742.4 (470.12)

Н.В. Сидорчук

Череповецкий государственный университет

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОСЕЛЕНИЙ БАРСУКА В ДАРВИНСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ БИОСФЕРНОМ ЗАПОВЕДНИКЕ¹

Европейский барсук *Meles meles* – один из представителей группы норных хищников. Как облигатный норник, он привязан к своему жилищу, которое предоставляет ему необходимую защиту и условия для зимовки. Барсук занимает одно и то же поселение в течение многих лет. Такие поселения охотно используются и другими хищниками (лисицей, енотовидной собакой). Изучению поселений барсука посвящено значительное количество работ [1], [2], [4], [5]. Все исследования проводились в районах, где условия для норения достаточно благоприятные, т. е. подходящий механический состав подстилающих почву пород, уровень залегания грунтовых вод, состав расти-

тельности и, самое важное, холмистый рельеф [3]. В условиях равнинного рельефа Дарвинского заповедника количество участков, удобных для устройства поселения, невелико, и барсук использует для норения преимущественно так называемые "угольные ямы" – возвышения кольцеобразной формы, оставшиеся со времен угольного промысла, распространенного на данной территории более 100 лет назад. В данной работе мы постарались подробно описать угольные ямы как местообитания барсука.

В Дарвинском заповеднике ведутся длительные наблюдения за популяцией барсука. В 1963 г. на территории заповедника была проведена инвента-

¹ В сборе материала неоценимую помощь оказали П.А. Завьялов, И.В. Лещко.

ризация поселений данного вида, а также поселений других норников – лисицы и енотовидной собаки, т. е. каждому поселению был присвоен свой учетный номер. Далее каждый год все поселения проверялись, отмечалась заселенность/незаселенность объекта, то, каким видом он заселен. Таким образом, за 38 лет наблюдений накоплен достаточно большой материал, на основе которого можно выделить различные классы поселений барсука по длительности их существования и по частоте использования.

Подобные классы были выделены на основе расчета следующих индексов:

а) индекс полноты сведений (ИПС) - отношение количества лет, когда нора проверялась, к продолжительности общего ряда наблюдений; рассчитывается в долях от единицы. Используя данные расчета, мы проанализировали все поселения барсука района исследования и отобрали те, ИПС которых не меньше 0,5 (т. е. нора проверялась не менее половины срока общего ряда наблюдений);

б) индекс общей заселенности (ИОЗ) - отношение количества лет, когда нора была заселена (любым из норников), к количеству лет, когда она проверялась. Используя данные расчета, мы отобрали поселения, ИОЗ которых не меньше 0,5;

в) индекс заселенности барсуком (ИБ) - отношение количества лет, когда нора была заселена барсуком, к количеству лет, когда она была обитаема.

Далее полученную выборку мы разбили на три класса:

I класс – ИБ равен 0, т. е. данные поселения за 38 лет наблюдений ни разу не были заселены барсуком;

II класс – ИБ от 0,01 до 0,5;

III класс – ИБ от 0,51 до 1.

В летние полевые сезоны 2001 и 2002 гг. нами были описаны 35 поселений барсука: 19 – I класса, 9 – II класса, 7 – III класса.

Для каждого поселения определяли следующие параметры:

1) тип поселения: угольная яма (насыпная, копаная, холм);

2) размеры: с помощью рулетки измерялись внешние и внутренние размеры угольной ямы (длина и ширина), глубина ямы и класс высоты

насыпи (I класс – до 1 м, II класс – от 1 до 2 м, III класс – от 2 до 3 м, IV класс – выше 3 м); для естественных холмов – внешние размеры (длина и ширина), класс высоты (рис. 1);

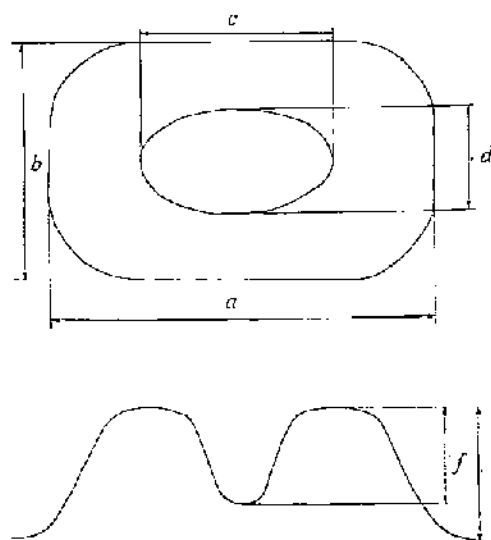


Рис. 1. Схема угольной ямы:
а – длина насыпи; б – ширина насыпи; с – длина углубления; d – ширина углубления; e – высота насыпи; f – глубина ямы

3) количество входов и их размеры – высота и ширина;

4) экспозиция входов: определялась с помощью компаса по четырем основным сторонам света;

5) количество различных выбросов и их размеры – длина, ширина, высота;

6) освещенность – определялась визуально в баллах: 1 – низкая, 2 – средняя, 3 – высокая;

7) положение в рельефе (высота над уровнем моря): определяли по топографической карте (М 1 : 100) - выше какой горизонтали находится каждое поселение.

На основе полученных данных для каждого поселения составлена схема, отражающая основные характеристики, приведенные выше.

Для количественных характеристик рассчитывали среднее значение, моду, определяли минимальное и максимальное значения параметра. Так как основной целью данной работы является характеристика угольных ям как искусственно созданных местообитаний, то при определении средних значений таких параметров, как размеры и

класс высоты поселения, данные по холмам (естественным возвышениям) не учитывались.

В результате наших исследований были получены следующие результаты.

Тип поселения. Из 35 обследованных нами объектов только 2 устроены в естественных возвышениях рельефа – холмах. Оба они относятся к поселениям III класса. Остальные 33 описанных поселения расположены в угольных ямах, причем 31 – в насыпных ямах и 2 – в копанных. Оба поселения, расположенные в копанных угольных ямах, относятся к I классу. Таким образом, подавляющее большинство поселений всех классов находится в насыпных угольных ямах.

Размеры угольных ям и холмов. Поселения

1,8 до 7,5 м, в среднем 5,4 м; внутренняя ширина от 0,9 до 3,5 м, в среднем 2,1 м. Таким образом, площадь кольцеобразного возвышения угольной ямы здесь в среднем 79,8 м² (см. таблицу).

Для поселений I класса высота насыпи в среднем составляет от 1 до 2 м (II класс высоты насыпи); глубина ямы варьирует от 0,3 до 2,3 м, в среднем 1,4 м.

Для поселений II класса размеры ям составляют: внешняя длина от 11 до 15 м, в среднем 12,2 м; внешняя ширина от 8,5 до 11,5 м, в среднем 10 м; внутренняя длина от 5,2 до 9 м, в среднем 6 м; внутренняя ширина от 1,5 до 4 м, в среднем 2,3 м. Таким образом, площадь кольцеобраз-

Таблица

Сравнительная характеристика поселений бяреука различных классов в Дарвинском государственном биосферном заповеднике

Параметры	Поселения I класса			Поселения II класса			Поселения III класса		
	Lim	X	Mo	Lim	X	Mo	Lim	X	Mo
Внешние размеры, м:									
– длина	7-18	10,6	11	11-15	12,2	12	12-18	14	13
– ширина	4-12	8,6	9	8,5-11,5	10	8,5	10,5-16	12,6	10,5
Внутренние размеры, м:									
– длина	1,8-7,5	5,4	6	5,2-9	6	5,2	5-5,8	5,3	5
– ширина	0,9-3,5	2,1	2	1,5-4	2,3	2,5	2-4	2,6	2,5
Площадь кольцеобразного возвышения, м ²	–	78,8	–	–	108,2	–	–	162,6	–
Глубина, м	0,3-2,3	1,4	1,5	1,3-2	1,7	1,5	0,3-2	1,2	1
Высота насыпи, класс	1-3	2	2	2-3	2	2	2-3	2	2
Количество входов	0-13	2,5	0	2-21	9	2	2-27	17	
Количество различных выбросов	0-6	0,3	0	1-5	2,3	1	1-10	5	1
Размеры различных выбросов, м:									
– длина	0,9-1,6	1,2	0,9	0,7-1,7	1,2	1,3	0,8-4	1,6	1
– ширина	0,6-1,9	1,1	0,6	0,5-1,4	0,9	1	0,6-2,9	1,3	1,6
– высота	0,1-0,4	0,2	0,2	0,1-0,4	0,2	0,2	0,1-0,6	0,3	0,3
Освещенность, балл.	1-3	3	3	1-3	2	2	1-3	2	2
Высота над уровнем моря, м	102-105	103	102	102-105	103	103	102-105	103	103

I класса расположены в ямах, размеры которых варьируют в следующих пределах: внешняя длина от 7 до 18 м, в среднем 10,6 м; внешняя ширина от 4 до 12 м, в среднем 8,6 м; внутренняя длина от

ного возвышения угольной ямы здесь в среднем 108,2 м².

Высота насыпи ям поселений II класса в среднем составляет от 1 до 2 м (II класс высоты насы-

ни); глубина ямы варьирует от 1,3 до 2 м, в среднем 1,7 м.

И, наконец, поселения III класса расположены в ямах, размеры которых составляют: внешняя длина от 12 до 18 м, в среднем 14 м; внешняя ширина от 10,5 до 16 м, в среднем 12,6 м; внутренняя длина от 5 до 5,8 м, в среднем 5,3 м; внутренняя ширина от 2 до 4 м, в среднем 2,6 м. Таким образом, площадь кольцеобразного возвышения угольной ямы здесь в среднем 162,6 м².

Для поселений III класса высота насыпи в среднем составляет от 1 до 2 м (II класс высоты насыпи); глубина ямы варьирует от 0,3 до 2 м, в среднем 1,2 м.

Кроме того, как отмечалось выше, среди поселений III класса два устроены в холмах, размеры которых составили: в первом случае — длина 32,5 м, ширина 25 м; во втором случае — длина 13 м, ширина 12 м. Общая площадь холмов составила 812,5 и 156 м², соответственно. Класс высоты для обоих холмов — II (от 1 до 2 м).

Количество входов в поселениях различных классов и их размеры. В поселениях I класса количество входов колеблется в пределах от 0 до 4, в среднем 1 вход, мода — 0. Но среди поселений этого класса отмечены также две норы с 12 и 13 входами. Возможно, данные объекты были заселены барсуком до начала наблюдений (1963 г.), но вследствие изменения условий местообитания были заброшены. Мы предполагаем, что причиной подобных изменений могло быть образование Рыбинского водохранилища. Так, одна из ям после заполнения ложа водохранилища оказалась на острове.

В поселениях II класса количество входов варьирует от 2 до 21, в среднем 9 входов, мода — 2.

И в поселениях III класса обнаружено от 10 до 27 входов, в среднем 17. Однако здесь следует отметить одно поселение, которое имеет всего 2 входа, но по величине ИБ относится к данному классу. Вероятно, в данном случае имеет место некоторая неточность методики определения заселенности нор, так как данный объект расположен

в непосредственной близости от поселения III класса и посещается барсуком из этого поселения. При определении заселенности поселения отмечались следы пребывания барсука, и оно считалось заселенным именно барсуком, хотя, возможно, в данном случае точнее говорить не о заселенности, а о посещении.

Средние размеры входов рассчитаны на основе измерений 148 объектов без выделения классовой принадлежности. Размеры входов варьируют: высота — от 12 до 45 см, ширина — от 11 до 50 см, а в среднем равняются 24,8 × 29,4 см.

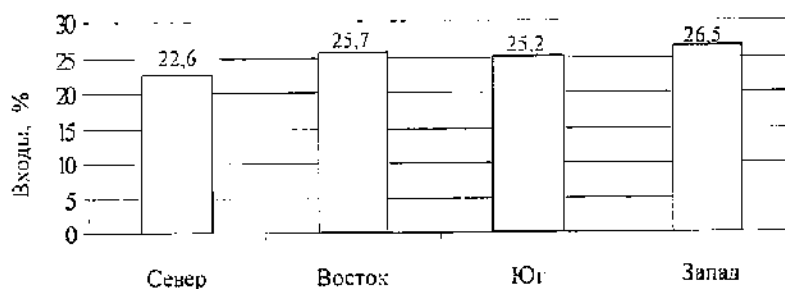


Рис. 2. Экспозиция входов в поселениях барсука в Дарвинском заповеднике (n = 226)

Экспозиция входов. Из 226 обследованных нами входов поселений различных классов 26,5 % имело западную экспозицию, 25,7 % — восточную, 25,2 % — южную, 22,6 % — северную.

Количество различных выбросов и их размеры. Из 19 обследованных поселений I класса только два имеют различные выбросы около входов, т. е. из общего количества входов в поселениях I класса только 13 % с выбросами. Размеры выбросов составляют в среднем: длина — 1,2 м, ширина — 1,1 м, высота — 0,2 м (n = 6).

Поселения II класса — все девять обследованных объектов имеют различные выбросы перед входами. Из общего количества входов 32 % с хорошо различимыми выбросами. Количество различных выбросов в поселении колеблется от 1 до 5. Размеры выбросов в среднем: длина — 1,2 м, ширина — 0,9 м, высота — 0,2 м (n = 21).

Поселения III класса — также все обследованные объекты (n = 7) имеют различные выбросы перед входами. Из общего количества входов 68 % с различимыми выбросами. Количество различных выбросов в поселении колеблется от 1 до 13.

Размеры выбросов в среднем: длина – 1,8 м, ширина – 1,5 м, высота – 0,3 м ($n = 41$).

Освещенность. Среди поселений I класса 63,2 % имеют высокую освещенность, 31,6 % – среднюю, и 5,2 % – низкую.

Поселения II класса: 22,2 % – высокая освещенность, 66,7 % – средняя освещенность, 11,1 % – низкая освещенность.

И среди поселений III класса высокую освещенность имеют 29,6 % поселений, среднюю – 57 %, низкую – 14,3 %.

Положение в рельефе. Все описанные поселения расположены в пределах от 102 до 105 м над уровнем моря. Мы определяли, выше какой из горизонталей – 102, 103 или 104 м над уровнем моря находится каждое поселение. Установлено, что среди поселений I класса большинство (42 %) расположено в пределах от 102 до 103 м над уровнем моря; среди поселений II класса 56 % – выше 104 м над уровнем моря; большинство поселений III класса (57 %) – в пределах от 103 до 104 м над уровнем моря.

Варианты классификации поселений барсука не редки в литературе [1], [5]. В отличие от подобных классификаций, включающих три группы нор (многолетние или коренные, формирующиеся выводковые и временные), мы на основе длительных наблюдений также выделили три класса поселений, среди которых, помимо поселений, заселяемых барсуком, выделили норы, в которых за 38 лет наблюдений ни разу не отмечалось присутствие барсука (I класс). Однако, как уже упоминалось выше, некоторые из поселений этого класса, вероятно, были заселены барсуком до начала наблюдений (1963 г.), но вследствие изменения условий местообитания (в результате образования водохранилища) были заброшены. Тем не менее, выделение данного класса и сравнение основных характеристик включенных в него угольных ям с таковыми II и III классов позволяет определить наиболее важные параметры угольной ямы, определяющие ее заселенность барсуком.

Угольные ямы поселений I класса имеют наименьшую из всех классов площадь кольцеобразного возвышения – в среднем $78,8 \text{ м}^2$, количество входов в среднем равняется 1, из общего количества входов только 13 % имеют различные выбросы. Большая часть ям (63,2 %) имеет высокую освещенность. 42 % поселений расположены в пределах от 102 до 103 м над уровнем моря.

Площадь кольцеобразного поселения угольных

ям поселений II класса составляет в среднем $108,2 \text{ м}^2$, количество входов в среднем равняется 9, из общего количества входов 32 % имеют различные выбросы. Большая часть ям (66,7 %) имеет среднюю освещенность. Среди поселений II класса 56 % расположены выше 104 м над уровнем моря.

Угольные ямы поселений III класса характеризуются наибольшей площадью кольцеобразного возвышения – в среднем $162,2 \text{ м}^2$; количество входов в среднем – 17; 68 % из общего количества входов имеют различные выбросы. 57 % ям имеют среднюю освещенность. Среди поселений данного класса 57 % расположены в пределах от 103 до 104 м над уровнем моря.

Высота насыпи угольных ям поселений всех классов в среднем колеблется от 1 до 2 м, глубина – от 0,3 до 2,3 м. Стабильность данных параметров становится понятна, если вспомнить об антропогенной природе угольных ям.

Высота входов составляет в среднем 24,8 см, ширина – 29,4 см, т. е. ширина превышает высоту, что соответствует имеющимся в литературе данным [2], [4], [5]. П.И. Данилов и И.Л. Тумапов [2] считают, что при устройстве колоний для барсука важное значение имеет экспозиция склона. В Тульских заасах большинство входов имеют юго-западную и юго-восточную экспозицию [4]. Для поселений барсука в Дарвинском заповеднике подобная тенденция не отмечена. Вероятно, в условиях лесного массива наибольшее значение при устройстве входа играет сомкнутость лесного полога и обилие подроста, т. е. большинство входов в поселении располагается на лучше освещенном склоне вне зависимости от его экспозиции.

Основываясь на полученных данных, можно предположить, что при устройстве поселения для барсука важны такие параметры угольной ямы, как:

- площадь кольцеобразного возвышения – для поселений I класса она наименьшая, в среднем $78,8 \text{ м}^2$;

- освещенность – для большинства поселений I класса характерна высокая освещенность, тогда как для II и III классов – средняя;

- высота над уровнем моря – большинство поселений I класса расположены выше 102 м над уровнем моря, тогда как среди II и III классов – выше 103 м над уровнем моря.

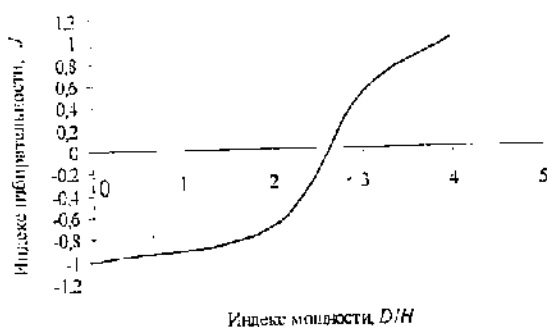


Рис. 2. Избирательность скопы в отношении мощности гнездовых деревьев

Сходство многих элементов гнездовых местобитаний представленных видов объясняет рассмотрение их характеристик в сравнении. Выявление оптимальных параметров гнездовых биотопов данных видов является задачей, с помощью которой возможно решение вопросов, касающихся сохранения видового богатства. Так, произошедшие в орнитофауне изменения показали, что хищные рыбацкие виды способны успешно адаптироваться к различного рода преобразованиям местобитаний при условии сохранения основных параметров среды [6].

1. Выбор местобитаний скопой и белохвостом реализуется на нескольких уровнях организации растительного покрова, начиная с гнездовых деревьев, через гнездовые участки к гнездовым территориям.

2. Основными для представленных видов являются старые генеративные деревья; средний диаметр ствола гнездовых деревьев в 1 - 2 раза превосходит средний диаметр ствола деревьев в окружающих древостоях. Средний индекс мощно-

сти гнездовых деревьев для разных видов равен 2,0 - 2,4, что превышает мощность окружающего древостоя в 2 - 3 раза. Очевидной избирательности в отношении древесных пород не выявлено.

3. Для размещения гнездовых участков рыбацкие пернатые хищники выбирают относительно старовозрастные лесные сообщества (в среднем 70 лет) или разновозрастные лесные сообщества, обладающие сложной пространственной структурой древостоя и разреженным пологом.

4. Для выбора гнездовых территорий хищными птицами важны особенности лесных биотопов (особенности растительной и ландшафтной мозаики).

Список литературы

1. Белко Н.Г. Характеристика гнезд скопы и орлана-белохвоста // Труды Окского биосферного государственного заповедника. - Рязань, 1995. - Вып. 19.
2. Красная книга РФ. Животные / Под ред. В.И. Данилова-Данильяна. - М., 2000.
3. Кузнецов А.В. Изучение и охрана редких видов птиц в Вологодской области // Материалы рабочего совещания. - Череповец, 2000.
4. Пчелинцев В.Г. Орлан-белохвост на северо-западе России (Ленинградская, Новгородская, Псковская области) // Материалы рабочего совещания. - Череповец, 2000.
5. Рейф В.Э. и др. Некоторые параметры гнездовых участков орлана-белохвоста в Дарвинском заповеднике // Материалы рабочего совещания. - Череповец, 2000.
6. Романов М.С. Топические связи лесных хищных птиц в мозаике растительного покрова: Автореф. дис... канд. биол. наук. - М., 2001.
7. Романов М.С., Чеплагина И.А., Нагайцева Ю.П. и др. Наблюдения по экологии орлана-белохвоста и скопы в Дарвинском заповеднике // Материалы IV конференции по хищным птицам Северной Евразии. - Пенза, 2003.

УДК 539.24/27+616.6

А.И. Труфанов, Ульд Шадад Мохамед Шейх, Н.М. Федорчук
 Вологодский государственный технический университет,
 Череповецкий государственный университет
 E-mail: nmf@chsu.ru

РЕНТГЕН-ФАЗОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КОНКРЕМЕНТОВ ИЗ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА

Объект исследования

В бытовом языке объект данного исследования принято называть песок, камни. В отечественной

научной литературе для идентификации данного исследования объекта используют два термина: первый на основе корневого слова *litos* (нем.) -

камень, второй на основе слова *concrementum* (лат.) – сrostок.

Инородные тела, попавшие в организм человека и оставшиеся там надолго, носят название *corpora aliena* (инородные тела). Они в течение многих лет могут находиться в метаболическом равновесии с окружающей живой тканью, не вызывая болезненных ощущений. Большой интерес представляет исследование механизма и кинетики взаимодействия металлов и сплавов с мышечной и костной тканями организма.

Образование конкрементов у человека известно давно, они были обнаружены в одной из египетских мумий. Каменно-почечной болезнью страдал И. Ньютон, она же явилась причиной его смерти в возрасте 83 лет. В музее при госпитале Norfolk и Norwich есть образцы конкрементов 1773 г. [2]. Ранние исследования конкрементов проводили химики Жозеф Пруст, Фридрих Веллер, Юстус Либих и др. Элементный и химический состав конкрементов – результат их труда. Одна из принятых классификаций конкрементов основана на результатах химических исследований. В ней принято различать оксалаты, ураты, карбонаты, фосфаты и т.д.

Позднее в исследования конкрементов включились геологи с наработанными методами в их науке. Вторая система классификации конкрементов восходит к медицине и геологии. В ней принято различать бронхолиты, уролиты, холелиты, микро- и макролиты и т.д. Физические методы исследования – эмиссионные спектральные анализы, рентгеноструктурный анализ и др. – стали использовать со второй половины XX в. В настоящее время выделилась самостоятельная область исследований – биоминералогия человека. Биоминералогия – это наука о происхождении биогенных органоминеральных агрегатов [1]. Число биогенных минералов принято оценивать от 30 до 70 [1], [2]. Очевидно, что по мере включения новых методов исследования число идентифицируемых минералов будет возрастать.

В состав некоторых классов конкрементов входят также органические кристаллические вещества, которые не относят к минералам: мочевая кислота, холестерол, цистин, ксантин, стеараты, пальминаты и т.д. Л. Полинг отмечал, что заболевания цистатининурию распознают по наличию в моче цистатина.

Экспериментальная часть

Образцы готовили из конкрементов, представленных хирургом В.А. Куроптевым и заведующим урологическим отделением П.В. Розовым гор-

больницы г. Череповца. Часть исследованных конкрементов была извлечена операционно из желчного пузыря, желчных протоков, почек, мочевых путей пациентов. Другая часть конкрементов получена после их естественного выхода из организма пациента. Исходные конкременты – объекты с отчетливо развитой текстурой:

- слоисто-концентрической;
- глобулярной;
- лучевой;
- в виде друз-сrostков монокристаллов.

Исследуемое вещество растиралось до порошка, а затем набивалось в стандартную кювету для рентгеноструктурных исследований в ДРОН-ЗМ. Дифрактограммы получали в излучении $\text{Cu-K}\alpha_1$; угловая скорость ГУР – $1^\circ/\text{мин}$; скорость диаграммной ленты 720 мм/ч. Фазовый анализ дифрактограмм проводили с использованием эталонов картотеки JCPDS.

Результаты исследования, обсуждение

Фазово-минералогический состав конкрементов удобно описывать, основываясь, по отдельности, на какой-либо классификации, например на медико-геологической.

А. Группа холелитов

Было изучено восемь индивидуальных конкрементов. Исследованные холелиты относились к следующим подгруппам:

- холестеринные из желчного пузыря;
- пигментно-холестериновые;
- холестеринно-пигментно-известковые.

Пигментация холестерина обусловлена биливердином (зеленым желчным пигментом) и билирубином (красновато-коричневым пигментом). Основной фазой всех исследованных холелитов является холестерол $\text{C}_{27}\text{H}_{46}\text{O}$. Структура холестерола – триклинная решетка $a = 14,10 \text{ \AA}$, $b = 33,75 \text{ \AA}$, $c = 10,46 \text{ \AA}$, $\alpha = 94,40^\circ$, $\beta = 90,00^\circ$, $\gamma = 95,72^\circ$, $z = 8$; температура плавления 149°C . В угловых интервалах по 2θ ($7 - 14^\circ$) и ($13 - 23^\circ$) на дифрактограммах проявляются размытые рефлексы от аморфной фазы. На дифрактограммах одного индивидуального холелита наряду с холестеролом присутствуют рефлексы карбоната кальция CaCO_3 в модификациях фатерит ($d = 3,50$; $3,29$; $2,73$; $2,08 \text{ \AA}$) и кальцит ($d = 3,02 \text{ \AA}$). На дифрактограммах еще одного холелита идентифицированы рефлексы, принадлежащие и/или карбонат-апатиту $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{Ca}_2$, и/или гидроксил-апатиту $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$.

Б. Грунта уролитов

Исследование проведено на 12 индивидуальных образцах. В двух случаях дифрактограммы были идентифицированы как однофазные – моче-вая кислота $C_5H_4N_4O_3$ (uricite), в других случаях дифрактограммы представляли собой конкремент в виде гетерофазной смеси.

Дифрактограммы десяти конкрементов представлены главным образом оксалатами $Ca(COO)_2 \cdot H_2O$ - кальциевыми солями щавелевой кислоты. В исследованных конкрементах (друзях монокристаллов) это узуеллит $Ca(COO)_2 \cdot H_2O$ и узделлит $Ca(COO)_2 \cdot 2 H_2O$, $Ca(COO)_2 \cdot 2,25 H_2O$. Содержание узделлита в персональном конкременте колеблется от значительного до следы.

На дифрактограммах некоторых конкрементов группы оксалатов присутствуют рефлексы, идентифицированные как принадлежащие минералам и фазам группы карбонатапатиту и/или гидроксил-алатиту и апатиту аморфизированному. Содержание указанных минералов и фаз в индивидуальном оксалатном конкременте колеблется от значительного до следы.

Дифрактограмма еще одного конкремента группы оксалатов свидетельствует о том, что его внутренние области содержат дополнительный минерал струвит $MgNH_4PO_4 \cdot H_2O$ ($d = 4,22$ и др.).

В. Грунта остеолитов

Такое название носят минеральные новообразования в мышцах. Изучен был один образец, подаренный пациентом Д. Конкремент имел слоисто-концентрическую макроструктуру – оолит. На дифрактограмме вещества отсутствуют дискретно выраженные рефлексы, характерные для кристаллического состояния. Дифрактограмма исследованного нами оолита имеет известное сходство с дифрактограммой вещества из бивня мамонта. Рефлексы в угловом интервале по 2θ ($31-33,5^\circ$)

($d \cong 2,79 \text{ \AA}$) можно интерпретировать как принадлежащий гидроксилалатиту $Ca_5(PO_4)_3(OH)$ или карбонат гидроксилалатиту $Ca_5(P,CO_4)_3(OH)$.

Concrementum как объект исследования представляет собой научное и прикладное значение. Конкременты, извлеченные операционно, имели размеры от 0,5 до 2 см, рефлексы на дифрактограммах от них узкие и хорошо разрешены. Конкременты, полученные после их естественного выхода из организма, достаточно мелкие ($\leq 0,1$ см), рефлексы на дифрактограммах от них не всегда четко разрешены, свидетельствуя об определенной разупорядоченности их кристаллического состояния. На дифрактограммах такого материала обнаруживаются гало-рефлексы аморфной фазы.

На первом этапе исследований не ставилось целью выявление корреляционных связей между фазово-минералогическим составом, макротекстурой конкремента и «субъектом». Информация, полученная при исследовании индивидуального конкремента методом X-ray, доводилась до врача и пациента и в последующем использовалась.

Урологические отделения медицинских учреждений, на наш взгляд, должны иметь возможность проводить комплексные физико-химические исследования конкрементов.

Список литературы

1. Корого А.А. Введение в биоминералогию. - СПб., 1992.
2. Lonsdal K., Sutor D.J., Wolley S. Composition of urinary calculi by X-ray diffraction. Collected data from various localities // Brit J. Urology. 1968. - V. 40. - P. 33-36, 402-411.
3. Минералогическая энциклопедия / Ред. К. Фрей. - М.: Наука, 1985.

УДК 56 (470.12)

О.В. Яшина

Череповецкий государственный университет

**МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ ПЕРМСКИХ ТЕТРАПОД В БАССЕЙНЕ
р. СТАРАЯ ТОТЬМА**

С 2000 г. сотрудниками отдела природы ЧерМО и Череповецкого государственного уни-

верситета в Тотемском районе проводится оценка состояния палеонтологических объектов и сбор

подъемного материала на них. Изучение подобных объектов является необходимым, так как под действием природных факторов происходит разрушение местонахождений и утрата уникального материала.

Работы проводились в бассейне р. Старая Тотьма близ устья левого притока р. Нижний Полюг. Были обследованы пять местонахождений: Стриженская Гора, Титова Гора, Обирково, два обнажения в низовьях р. Н. Полюг (см. рисунок) [4]. Все они построены по одному плану: внизу мергели, выше - конгломераты и песчаные конкреции, еще выше - плотные пески.

Животные, представленные в данных местонахождениях, относятся к териодонтовому суперкомплексу, соколковскому комплексу, соколковскому подкомплексу и представляют стратиграфический уровень: верхняя пермь, верхнетатарский подъярус, вятский горизонт, зона *Scutosaurus karpiniskii* [3].

Местонахождение Стриженская Гора

Бабушкинский район Вологодской области.

Стриженская Гора - обрыв правого берега р. Старая Тотьма в 850 м выше впадения р. Нижний Полюг.

Описание геологического разреза по И.А. Ефремову и Б.П. Вьюшкову (сверху вниз) [2]:

1. "Почва - 0,5 м.
2. Мощная линза косослоистых песчаников с невыдержанными прослоями конгломерата; песчаники слегка красноватые, желтоватые, плотные, среднезернистые, полимиктовые, с миниатюрными гальками красных глин; прослой конгломератов отмечаются на двух уровнях: в основании линзы и на 2 м выше основания; конгломераты отмечаются на двух уровнях: в основании линзы и на 2 м выше основания; конгломераты сероватые или желтоватые, местами сливные; среди галечного материала катуны красных глин до 10 см в диаметре, мергелей и характерные сростки плотных темных песчаников до 20-30 см; некоторые сростки обточены ветром, в основании линзы располагается пачка мелкогалечного конгломерата - собственно дресва глин и мергелей, а также пачка глин, отторженных потоком от основания: в грубых конгломератах часты ядра крупных двуство-

рок, куски окремневшего дерева, рыбы чешуйки и кости тетрапод. Наибольшая видимая мощность 8 м.

3. Глина желто-серая, с красными пятнами, на расколе темная, но с ходами и кавернами, заполненными белым веществом; ранее, очевидно, представляла болотную почву, пронизанную корнями растений. Мощность 0,5 м.

4. Глина того же цвета, трещиноватая. Мощность 0,4 м.

5. Светлоокрашенные глины с глыбами темно-серого известняка. Мощность 0,3 м.

6. Темно-серые мелкооскольчатые непластичные глины с тонкими ходами белого цвета. Мощность 0,4 м.

7. Светло-серые с желтоватыми пятнами грубооскольчатые плотные глины или мергели. Мощность 0,3 м.

8. Чередование буровато-красных, серовато-зеленых и других оттенков грубо- и мелкооскольчатых глин. Мощность 1 м.

9. Глины светло-серые с темно-коричневыми пятнами, грубооскольчатые. Мощность 0,8 м.

10. Коричнево-красные острооскольчатые, аргиллитоподобные глины. Мощность 0,8 м".

Условия залегания

Кости залегают разрозненными, окатанными обломками. Основные находки были сделаны на границе конгломератов и песчаников. Песчаники выше и ниже конгломератов, косослоистые, местами ожелезненные; наряду с костями пермских тетрапод и фрагментов ствола паноротики в них встречаются мелкие включения древесины (торфа-?), гитии, в верхней части разреза галька изверженных пород до 3-5 %. Это отложения дренажного водного потока, вероятно, довольно мощного.

Предположительно, местонахождение было открыто В.П. Амалицким в 1897 г. В начале прошлого века оно регулярно посещалось местными краеведами, поэтому фаунистический комплекс достаточно полно был представлен в коллекции Тотемского музея. Это более 100 фрагментов костей котлассии, динозавра, иностранцевии, дицинодонта - ребра, черепные кости, челюсти, зубы, фаланги, кости таза и конечностей, остео-

дермы (сборы 20-30-х гг. Н. Ильинского, Праведникова). К сожалению, мы располагаем только архивными данными, остеологический материал в фондах Тотемского музея до настоящего дня практически не сохранился.

В дальнейшем изучение комплекса фауны из местонахождения проводилось сотрудниками Палеонтологического института при РАН (ПИН) И.А. Ефремовым, Б.П. Выюшковым, которыми были выделены фрагменты костей *Dvinosaurus* sp., *Chroniosuchidae* gen. indet. и *Dicynodon* sp.

В течение полевых сезонов 2001-2002 гг. во время половодья был низкий уровень воды, поэтому находок немного: фрагменты рыбьей чешуи, остеодерма животного из группы парейзавров (предположительно относящегося к семейству *Elginidae*), несколько неопределимых фрагментов посткrania, зуб дицинодонта и фрагмент ствола папоротника (на определении).

Местонахождение Титова Гора

Бабушкинский район Вологодской области.

Описание разреза по И.А. Ефремову и Б.П. Выюшкову (сверху вниз):

«1. Мощная толща косослоистых песчаников, более плотных, чем в слое 2 обнажения Стриженская Гора-1; конгломераты залегают лишь в основании линзы, мощность их невелика; остатки костей - 10-12 м.

2. Толща глинистого состава, глины бурые, красноватые, зеленоватые, острооскольчатые, с прослоями плитчатого известняка; у контакта со слоем 1 отмечается некоторая брекчированность слоя мощностью от 3 до 5 м» [2].

Условия залегания

Большая часть находок приурочена к конгломератам. Это фрагменты серовато-белого, желтоватого цвета размером до 10 см. В песчаниках кости встречены только на границе с конгломератами. В основном это фрагменты костей черного цвета, мелкие и хорошо окатанные.

Фаунистический комплекс представлен антракзаврами, батрахоморфами и сеймуриаморфами (сем. *Chroniosuchidae*, *Dvinosauridae*, *Karpinskiosauridae*).

Местонахождение Нижний Полюг-1

Местонахождение Нижний Полюг расположено по левому берегу р. Н. Полюг, примерно в

300 м выше ее устья. Здесь в обрыве коренного берега наблюдается (сверху – вниз):

1. Песчаник желтоватого цвета с галькой красных глин, горизонтальной трещиноватостью; в подошве линза песка темно-серого цвета с включениями древесины (торфа?). С южной стороны обрыва линза ограничена вертикальной трещиной. Общая мощность слоя 3 м.

2. Конгломерат, аналогичный таковому, имеется в местонахождениях Стриженская Гора-1, Обирково. В направлении с севера на юг уменьшается плотность конгломерата и появляются тонкие песчаные прослои. В слое содержатся мелкие фрагменты костей тетрапод. Мощность слоя от 0,3 до 0,1 м.

3. Конгломерат, аналогичный представленному, имеется в местонахождениях Стриженская Гора-1, Обирково.

4. Ниже склон обвален и залесен.

На галечной отмели в русле реки найден зуб (не сношенный) молодого шерстистого носорога.

Местонахождение Нижний Полюг-2

Местонахождение Нижний Полюг-2 расположено по правому берегу р. Н. Полюг на 400-500 м выше ее устья. На высоте 5 м от уреза воды видны выходы конгломерата мощностью до 0,4 м, выше песок с обломками конгломерата и галькой изверженных пород, красной глины и мергеля мощностью до 0,3 м. Из этого слоя был взят образец конгломерата с костью *Tetrapoda*. Ниже склон практически полностью обвален и залесен.

М.Б. Едемский указывал на существование двух местонахождений по левому берегу р. Н. Полюг, расположенных выше ее устья на 3/4 км [1]. Пока трудно судить о том, являются ли местонахождения, обнаруженные нами, новыми. Но в любом случае они требуют дополнительного изучения.

Местонахождение Обирково

Бабушкинский район Вологодской области.

Местонахождение расположено на левом берегу р. Старая Тотьма, примерно в 8-10 км от устья. Река, делая крутой поворот на север, сильно размывает коренной берег, разрушая костеносный

слой. С северной стороны обнажения была произведена зачистка (сверху вниз):

1. Песчаник серовато-коричневого цвета, слабоцементированный, трещиноватый, с корнями деревьев. Мощность слоя 2,5 м.

2. Конгломерат: обломочная фракция представлена галькой глины охристого цвета - 70 %, красного цвета - 5 %, мергеля - 25 %; заполнитель - песок среднезернистый; цемент карбонатный с вкраплениями древесины (торфа). Мощность слоя 0,3 м.

3. Конгломерат: обломочная фракция представлена галькой глины охристого, красного цвета и мергеля, расположенных параллельными слоями. Галька хорошо окатана, широкой стороной ориентирована параллельно напластованию; размеры гальки до 5 см. Мощность слоя 0,3 м.

4. Песчаник желтоватого, серого и красноватого цвета, трещиноватый (трещины расположены параллельно напластованию), с многочисленными прослоями конгломерата, аналогичного вышеописанному. Мощность слоя 0,52 м.

5. Галечный конгломерат. К середине слоя галька серовато-охристого цвета замещается галькой красно-коричневого цвета. Мощность слоя 0,62 м.

6. Песчаник серого цвета, полимиктовый. Мощность слоя 0,5 м.

7. До уреза воды мергель бело-серого цвета, плитчатый.

Костный материал встречается на протяжении всего разреза до слоя мергелей. Фрагменты костей черного цвета, окатаны; ориентированы заостренным концом в западном и юго-западном направлениях.

Предыдущими исследованиями на местонахождении Обирково в составе фаунистического комплекса были выделены: Dvinosauridae, Pareisauridae, Inostranceviidae, Dicynodontidae. В результате экспедиций 2001-2002 гг. удалось получить дополнительную информацию о представленном здесь фаунистическом комплексе. Так, среди сеймуриаморф помимо р. *Karpinskiosaurus* (Sushkin, 1925) выявлен род *Kotlassia prima* (Amalitsky, 1921-?), в подклассе терапсид отряд *Phthinosuchia* - представитель семейства *Rhaphodontidae* (*Phthinosurus borisski* Efremov, 1940) и отряд *Cynodontia* - представитель семейства *Dviniidae*.

Безусловно, среди наиболее интересных находок - фрагмент правой щечной кости животного, близкого элгинии (по определению М.В. Ива-

ненко, ПИН), известного из верхнепермских-триасовых отложений Шотландии (*E. mirabilis*, *Elginiidae*, *Pareisaurida*). На территории России

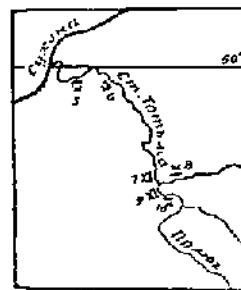


Схема местонахождений по М.Б. Едемскому:

5 - Попадьяна Гора; 6 - Обирково; 7 - Титова Гора; 8 - Стриженская Гора; 9-10 - местонахождения по реке Пальог

ранее как *Elginia* sp. были описаны фрагменты носовой кости черепа из местонахождения Вязники-2 и фрагменты остеодерм из местонахождений Пронькино и Гороховец (верхнетатарский горизонт). Вполне вероятно, что данная группа была достаточно типична для поздней перми России, но до настоящего времени из-за фрагментарности материала не представ-

лялось возможным определить систематическое положение этих животных.

Для обнаруженного нами фрагмента щечной кости, по сравнению с ранее изученными объектами, характерна более мелкоячеистая скульптура и латерально расположенные пять более крупных и два мелких роговых выступа на квадратно-скуловой кости.

Вологодскими краеведами Н. Ильинским и Праведниковым упоминается еще ряд местонахождений: Обирковская гора в Косикове (у Демьяновского кордона), Попадьяна Гора, Одерихинское обнажение под хутором Есельное (ниже ручья и ниже мельницы). Их изучение будет целью экспедиции 2003 г.

Список литературы

1. Едемский М. Б. Район распространения песчаных линз в бассейне р. Северной Двины // Труды Геологического музея АН СССР. Т. 4. - М., Л.: Изд-во АН СССР. 1928.
2. Ефремов И. А., Вьюшков Б. П. Каталог местонахождений пермских и триасовых наземных позвоночных на территории СССР // Тр. Палеонт. ин-та АН СССР. Т. 46. - М., Л.: Изд-во АН СССР, 1955. - 185 с.
3. Ивахненко М. В., Голубев В. К., Губин Ю. М. и др. Пермские и триасовые тетраподы Восточной Европы. - М.: Геос, 1997. - 215 с.
4. Яшина О. В. О результатах экспедиции Череповского музейного объединения в среднем течении р. Сухоны в июне 2002 г. // Проблемы освоения и использования ресурсов Северо-Запада России: Сборник. - Вологда: Русь, 1999. - 100 с.

Раздел II

МАТЕМАТИКА

УДК 519.33

В.В. Мухин

Череповецкий государственный университет

ИНВАРИАНТНЫЕ МЕРЫ НА n -УСТОЙЧИВЫХ ПОДМНОЖЕСТВАХ ГРУПП

1. Введение. Мера, топология и алгебраическая структура, заданные на одном и том же множестве и согласованные между собой, позволяют получать новую информацию о каждой из этих структур. Ярким примером этого является мера Хаара на локально компактных группах. При ослаблении требований на алгебраическую структуру связи между структурами уменьшаются, но не исчезают совсем. В [1], [5] автором данной работы отношения между мерой и топологией исследовались для полугрупп, которые алгебраически вкладываются в группы.

В данной работе рассматриваются подмножества групп, которые могут не являться подполгруппами (их называют n -устойчивыми подмножествами групп или n -подполгруппами). Для таких подмножеств в [2] дано определение инвариантной меры и получено описание мер в некоторых важных, по частным случаям. Ниже получены условия существования инвариантных мер на n -устойчивых подмножествах групп ($n > 2$), которые являются обобщением соответствующих результатов из [1], [5].

2. Определения и обозначения. Непустое под-

множество X алгебраической группы G назовем n -устойчивым ($n \geq 2$), если $\underbrace{XX \dots X}_n \subset X$. Для $n = 2$

имеем обычное определение устойчивого подмножества группы. Непустое подмножество I множества X назовем *идеалом* X , если $\underbrace{X \dots X}_{i-1} I \underbrace{X \dots X}_{n-i} \subset I$.

Терминология, касающаяся мер в топологических пространствах, согласована с [3]. В частности, борелевской мерой на X мы называем σ -аддитивную меру, определенную на классе всех борелевских подмножеств X (т.е. определенную на σ -кольце, порожденном классом всех компактных подмножеств X), конечную на компактных множествах такую, что мера любого борелевского множества равняется точной верхней грани мер компактных множеств, содержащихся в нем. Борелевскую меру μ на X назовем *левоинвариантной*, если для любого борелевского множества $B \subset X$ любой последовательности c_1, \dots, c_{n-1} элементов X

$$\mu(c_1 \dots c_{n-1} B) = \mu(B)$$

всякий раз, когда множество $c_1 \dots c_{n-1} B$ является борелевским.

3. Основные результаты. Далее всюду X — n -устойчивое подмножество группы G , X является системой образующих для G и X наделено отдельной топологией τ такой, что трансляции $x \mapsto x_1 \dots x_{i-1} x x_{i+1} \dots x_n$ ($x \in X$) непрерывны для любых $x_1, \dots, x_{i-1} \in X$ и $i = 1, 2, \dots, n$.

Теорема 1. Пусть все трансляции в X открыты. Для того чтобы на X существовала ненулевая левоинвариантная борелевская мера, необходимо и достаточно, чтобы топология τ на X была локально компактной.

Доказательство теоремы 1 существенно опирается на следующую теорему из топологической алгебры, описывающей взаимодействие алгебраической и топологической структур, заданных на одном множестве.

Теорема 2. Пусть все трансляции в X открыты. Тогда на группе G существует топология τ_G такая, что $\tau \subseteq \tau_G$ и все внутренние сдвиги в G являются непрерывными отображениями.

Теорема 2 вытекает из теоремы 1 работы [4].

Отметим, что теорема 1 усиливает ряд результатов работы [1].

Теорема 3. Пусть τ — топология на X такая, что n -местная операция $(x_1, x_2, \dots, x_n) \mapsto x_1 x_2 \dots x_n$ непрерывна по совокупности аргументов. Тогда следующие условия равносильны:

а) на X существуют ненулевая левоинвариантная борелевская мера μ и последовательность c_1, \dots, c_{n-2} элементов X такие, что для каждого $y \in X$ существует компактное множество K положительной меры такое, что $\mu(Kc_1 \dots c_{n-2}y) > 0$;

б) X обладает локально компактным открытым идеалом I таким, что для любой последовательности c_1, \dots, c_{n-1} элементов X и для любого множества $U \in \tau$ $U \subset X$ множество $c_1 \dots c_{n-1} U c_n \dots c_{n-1} \in \tau$.

Доказательство. Пусть выполнено условие «б»). Из теоремы 2 следует, что на группе G существует локально компактная топология τ_G такая, что $I \in \tau_G$, сужение топологий τ_G и τ на I совпадают и отображение $x \mapsto x$ из (X, τ) в (G, τ_G) непрерывно. Тогда каждое компактное подмножество (X, τ) будет компактным в (G, τ_G) и, следовательно,

каждое борелевское подмножество (X, τ) будет борелевским подмножеством (G, τ_G) . Пусть ν — левая мера Хаара группы (G, τ_G) . Тогда формула

$$\mu(B) = \nu(B),$$

где B пробегает множество всех борелевских подмножеств X , определяет борелевскую меру, которая будет удовлетворять всем требованиям условия «а» теоремы. Значит, условие «б» влечет условие «а».

Пусть левоинвариантная борелевская мера μ на X удовлетворяет условию «а» теоремы.

Формула $x * y = xc_1 \dots c_{n-2}y$ определяет ассоциативную бинарную операцию $*$ на X . Пусть $G(X)$ — наименьшая n -подгруппа группы G , содержащая X . Тогда $G(X)$ с операцией $*$ является бинарной группой и $(X, *)$ является подполугруппой $G(X)$ и системой образующих группы $G(X)$. Заметим, что для любого $y \in X$ найдется компактное множество $K \subset X$ такое, что $\mu(K_y) > 0$, где K_y — правый сдвиг множества K на элемент y в группе $(G(X), *)$. Из теоремы 4.8 работы [5] следует, что на $(G(X), *)$ существует локально компактная топология τ_1 такая, что $(G(X), *, \tau_1)$ является топологической группой, сужение τ_1 на X слабее топологии τ . $(X, *)$ обладает идеалом $J \in \tau \cap \tau_1$ с открытыми сдвигами на элементы X и сужения топологий τ и τ_1 на J совпадают. Из доказательства отмеченной теоремы следует, что для любого борелевского подмножества B множества X положительной меры множества вида $AA^{-1}y_0$, где $y_0 \in G(X)$, A — борелевское подмножество положительной меры множества B , образуют фундаментальную систему окрестностей точки y_0 в $(G(X), *, \tau_1)$. Отсюда вытекает, что топология τ_1 не зависит от последовательности c_1, \dots, c_{n-2} .

Имеем либо $G(X) = G$, либо существует элемент $h \in G$ такой, что $h^n = h$ и $h^{-1}G(X) \neq G(X)$. Заметим, что множество $h^{-1}G(X)$ является нормальным делителем группы G . Отсюда следует, что на группе G существует единственная локально компактная топология τ_G такая, что (G, τ_G) является топологической группой, $G(X) \subset \tau_G$ и сужение τ_G на $G(X)$ совпадает с топологией τ_1 . В частности, сужения топологий τ_G и τ на J совпадают.

Пусть A — компактное подмножество (X, τ) с $\mu(A) > 0$. Тогда множество A^n имеет непустую

внутренность в (G, τ_G) . Это доказывается по аналогии с доказательством теоремы 4.8 из [5].

Пусть y_0 принадлежит внутренности множества A^n и пусть V – внутренность X в (G, τ_G) . Тогда множество $I = V^{n-1} y_0 V^{n-1}$ является открытым подмножеством (X, τ) и удовлетворяет условию «б» теоремы. Следовательно, условие «а» влечет условие «в».

Теорема доказана.

Замечания. 1. Из условия «а» следует, что мера μ не является нулевой. Не известно, равносильно ли условие «б» следующему условию:

а) на (X, τ) существует ненулевая левоинвариантная борелевская мера.

2. Мера μ , удовлетворяющая условию «а» теоремы, может не быть сужением на X левой меры Хаара группы (G, τ_G) .

3. Описание инвариантных мер на (X, τ) в случае, когда все трансляции (X, τ) являются непре-

рывными и открытыми отображениями, дано в [2].

Список литературы

1. Мухин В.В. Инвариантные меры и вложение локально компактных топологических полугрупп в топологические группы // Доклады АН СССР. – 1984. – Т. 278, № 5. – С. 1063-1066.
2. Мухин В.В. Инвариантные меры на топологических n -полугруппах // Весті Нацыянальнай Акадэміі навук Беларусі. Серыя фіз.-мат навук. – 2000. – № 4. – С. 16-21.
3. Халмош П. Теория меры. – М.: Иностранная литература, 1953.
4. Mukhin V.V. Embedding semitopological semigroups into semitopological groups and invariant measure on topological semigroups // Тезисы докладов II Междунар. конф. «Полугруппы: теория и приложения» в честь профессора Е.С. Ляпина: Сб. – СПб., 1999. – С. 33-34.
5. Mukhin V.V. Invariant measures on topological semigroups which have an ideal with open translation mappings // Semigroups Forum. – 2001. – Vol. 62. – P. 159-172.

УДК 512.831

В.П. Егоров

Череповецкий государственный университет

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕНОРМАЛЬНЫХ МАТРИЦ МЕТОДОМ ПРОДОЛЖЕНИЯ ПО ПАРАМЕТРУ

Обозначим через $M_n(C) = M_n$ множество всех квадратных матриц порядка n с комплексными элементами [1, с. 16]. Пусть задана матрица $B \in M_n$, собственные значения $\lambda_1, \dots, \lambda_n$, которой расположены в порядке возрастания их модулей $|\lambda_1| < |\lambda_2| \leq \dots \leq |\lambda_n|$. Тогда, согласно теореме Шура [1, теорема 2.3.1, с. 101], существует унитарная матрица $U \in M_n$ такая, что

$$U^*BU - A = (a_{ij})$$

– верхняя треугольная матрица с диагональными элементами $a_{ij} = \lambda_j$, ($i = 1, \dots, n$). Следует отметить, что A – диагональная матрица, если матрица B нормальна.

В данной работе получены условия дефектности матрицы A , когда она имеет алгебраически кратные собственные значения.

Пусть ради удобства запишем $A = A_0, A_1 \in M_n$ и $A_1 = \text{diag}(1, 2, \dots, n)$.

Соединим матрицы A_0 и A_1 параметром $t \in [0, 1]$, введя семейство матриц $A(t) \in M_n$

$$A(t) = (1-t)A_0 + tA_1.$$

Собственные значения верхней треугольной матрицы $A(t)$ определяются следующими формулами:

$$\lambda_k(t) = (1-t)\lambda_k + tk \quad (k = 1, \dots, n). \quad (1)$$

Пусть $x^{(k)}(t), y^{(k)}(t)$ – правый и левый собственные векторы матрицы $A(t)$, отвечающие ее собственному значению $\lambda_k(t)$ при $t \in [0, 1]$ [1, с. 77]). При $t = 1$

$$x^{(k)}(1) = y^{(k)}(1) = \begin{pmatrix} 0 \\ \vdots \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{pmatrix} \quad (k = 1, \dots, n),$$

при этом k -я компонента равна 1, а остальные компоненты равны 0.

Найдем компоненты нормированных собственных векторов $x^{(k)}(t)$, $y^{(k)}(t)$ ($k = 1, \dots, n$) матрицы $A(t)$. Нетрудно проверить, что $x^{(k)}(t)$, $y^{(k)}(t)$ нужно искать в виде

$$x^{(k)}(t) = \frac{1}{\sqrt{t^2 + (|c_1|^2 + \dots + |c_{k-1}|^2)(1-t)^2}} \begin{pmatrix} c_1(1-t) \\ \vdots \\ c_{k-1}(1-t) \\ t \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{pmatrix},$$

$$y^{(k)}(t) = \frac{1}{\sqrt{t^2 + (|c_{k-1}|^2 + \dots + |c_n|^2)(1-t)^2}} \begin{pmatrix} 0 \\ \vdots \\ 0 \\ t \\ c_{k+1}(1-t) \\ \vdots \\ c_n(1-t) \end{pmatrix},$$

($k = 1, \dots, n$),

при этом у вектора $x^{(k)}(t)$ все компоненты ниже k -й равны 0, а у вектора $y^{(k)}(t)$ все компоненты выше k -й равны 0.

Учитывая формулы

$$A(t)x^{(k)}(t) = \lambda_k(t)x^{(k)}(t), \quad y^{(k)*}(t)A(t) = \lambda_k(t)y^{(k)*}(t)$$

и подробную запись матрицы $A(t)$

$$A(t) = \begin{pmatrix} (1-t)\lambda_1 + t \cdot 1 & a_{12}(1-t) & a_{13}(1-t) & \dots & a_{1n}(1-t) \\ & (1-t)\lambda_2 + t \cdot 2 & a_{23}(1-t) & \dots & a_{2n}(1-t) \\ & & (1-t)\lambda_3 + t \cdot 3 & \dots & a_{3n}(1-t) \\ & 0 & \dots & \dots & \dots \\ & & & & (1-t)\lambda_n + t \cdot n \end{pmatrix},$$

в силу представлений (2) и формул (1) получаем следующие системы линейных уравнений относительно неизвестных c_{k-1}, \dots, c_1 и c_{k+1}, \dots, c_n :

$$\begin{cases} ((1-t)\lambda_{k-1} + t(k-1))c_{k-1} + a_{k-1,k}t = ((1-t)\lambda_k + tk)c_{k-1}, \\ ((1-t)\lambda_{k-2} + t(k-2))c_{k-2} + a_{k-2,k-1}c_{k-1}(1-t) + a_{k-2,k}t = ((1-t)\lambda_k + tk)c_{k-2}, \\ \dots \\ ((1-t)\lambda_1 + t)c_1 + a_{12}c_2(1-t) + \dots + a_{1,k-1}c_{k-1}(1-t) - a_{1k}t = ((1-t)\lambda_k + tk)c_1, \\ a_{k,k+1}t + \bar{c}_{k+1}((1-t)\lambda_{k+1} + t(k+1)) = ((1-t)\lambda_k + tk)\bar{c}_{k+1}, \\ a_{k,k+2}t + \bar{c}_{k+1}a_{k+1,k+2}(1-t) + \bar{c}_{k+2}((1-t)\lambda_{k+2} + t(k+2)) = ((1-t)\lambda_k + tk)\bar{c}_{k+2}, \\ \dots \\ a_{k,n}t + \bar{c}_{k-1}a_{k+1,n}(1-t) - \dots + \bar{c}_{n-1}a_{n-1,n} + \bar{c}_n((1-t)\lambda_n + tn) = ((1-t)\lambda_k + tk)\bar{c}_n, \end{cases}$$

решения которых записываются в виде:

$$\begin{cases} c_{k-1} = \frac{a_{k-1,k}t}{(1-t)(\lambda_k - \lambda_{k-1}) - t}, \\ c_{k-2} = \frac{a_{k-2,k}t + a_{k-2,k-1}c_{k-1}(1-t)}{(1-t)(\lambda_k - \lambda_{k-2}) + 2t}, \\ \dots \\ c_1 = \frac{a_{1k}t + a_{1,k-1}c_{k-1}(1-t) + \dots + a_{12}c_2(1-t)}{(1-t)(\lambda_k - \lambda_1) + (k-1)t}, \end{cases} \quad (3)$$

$$\begin{cases} \bar{c}_{k+1} = \frac{a_{k,k+1}t}{(1-t)(\lambda_k - \lambda_{k+1}) - t}, \\ \bar{c}_{k+2} = \frac{a_{k,k+2}t + \bar{c}_{k+1}a_{k+1,k+2}(1-t)}{(1-t)(\lambda_k - \lambda_{k+2}) - 2t}, \\ \dots \\ \bar{c}_n = \frac{a_{kn}t + \bar{c}_{k-1}a_{k+1,n}(1-t) + \dots + \bar{c}_{n-1}a_{n-1,n}(1-t)}{(1-t)(\lambda_k - \lambda_n) + (k-n)t}. \end{cases} \quad (4)$$

Далее нам потребуется следующая теорема.

Теорема 1. Пусть λ – алгебраически кратное собственное значение матрицы $C \in M_n$. Если существует правый собственный вектор x матрицы C , отвечающий ее собственному значению λ , ортогональный левому собственному подпространству матрицы C , отвечающему собственному значению λ , тогда матрица C дефектна.

Доказательство. Если предположить недефектность матрицы C , тогда по теореме 1.4.7 в источнике [1] собственный вектор x ортогонален всему пространству C^n , следовательно, $x = 0$ и мы пришли к противоречию. Теорема доказана.

Теорема 2. Пусть A_0 – верхняя треугольная матрица с собственными значениями λ_k ($k = 1, \dots, n$). Если выполняются условия

$$\lambda_{k-1} = \lambda_k, \quad a_{k-1,k} \neq 0, \quad (5)$$

тогда матрица A_0 дефектна.

Доказательство. Если выполняются условия (5), тогда из формул (2), (3) при $t \rightarrow 0$ получим правый собственный вектор $x^{(k)}(0)$ матрицы A_0 , отвечающий ее собственному значению λ_k .

$$x^{(k)}(0) = \frac{1}{\sqrt{|a_{k-1,k}|^2 + \left| \frac{a_{k-2,k-1}a_{k-1,k}}{\lambda_k - \lambda_{k-2}} \right|^2 + \dots + |c_1(0)|^2}} \times$$

$$\times \begin{pmatrix} c_1(0) \\ \vdots \\ a_{k-2,k} : a_{k-1,k} / (\lambda_k - \lambda_{k-2}) \\ a_{k-1,k} \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{pmatrix},$$

компоненты которого, начиная с k -й, равны 0, а $(k-1)$ -я компонента отлична от 0. Аналогично, из формул (2), (4) при $t \rightarrow 0$ получим левый собственный вектор $y^{(k-1)}(0)$ матрицы A_0 , отвечающий ее собственному значению λ_{k-1} ,

$$y^{(k-1)}(0) = \frac{1}{\sqrt{|a_{k-1,k}|^2 + \left| \frac{a_{k,k-1}a_{k-1,k}}{\lambda_{k-1} - \lambda_{k+1}} \right|^2 + \dots + |c_n(0)|^2}} \times$$

$$\times \begin{pmatrix} 0 \\ \vdots \\ 0 \\ \bar{a}_{k-1,k} \\ \bar{a}_{k,k+1} \bar{a}_{k-1,k} / (\bar{\lambda}_{k-1} - \bar{\lambda}_{k+1}) \\ \vdots \\ c_n(0) \end{pmatrix},$$

компоненты которого, с первой по $(k-1)$ -ю включительно, равны 0. Таким же образом из формул (2), (4) при $t \rightarrow 0$ получается левый собственный вектор $y^{(k)}(0)$ матрицы A_0 , отвечающий ее собственному значению λ_k ,

$$y^{(k)}(0) = \frac{1}{\sqrt{1 + \left| \frac{a_{k,k+1}}{\lambda_k - \lambda_{k+1}} \right|^2 + \dots + |c_n(0)|^2}} \times$$

$$\times \begin{pmatrix} 0 \\ \vdots \\ 0 \\ 1 \\ \bar{a}_{k,k-1} / (\bar{\lambda}_k - \bar{\lambda}_{k+1}) \\ \vdots \\ c_n(0) \end{pmatrix},$$

компоненты которого, с первой по $(k-1)$ -ю вклю-

чительно, равны 0. Отметим, что компоненты вектора $y^{(k)}(0)$ не зависят от элемента $a_{k-1,k}$ матрицы A_0 .

Легко заметить, что правый собственный вектор $x^{(k)}(0)$ матрицы A_0 ортогонален ее левым собственным векторам $y^{(k-1)}(0)$, $y^{(k)}(0)$, поэтому, в силу теоремы 1, матрица A_0 является дефектной. Теорема доказана.

Теорема 3. Пусть A_0 – верхняя треугольная матрица с собственными значениями λ_k ($k = 1, \dots, n$). Если выполняются условия

$$\lambda_{k-1} = \lambda_k, \quad a_{k-1,k} = 0, \quad (6)$$

тогда пара собственных векторов $x^{(k)}(0)$, $y^{(k)}(0)$ не является ортогональной.

Доказательство. Из формул (2), (3) при $t \rightarrow 0$, учитывая условия (6), получим правый собственный вектор $x^{(k)}(0)$ матрицы A_0 , отвечающий ее собственному значению λ_k ,

$$x^{(k)}(0) = \frac{1}{\sqrt{1 + \left| \frac{a_{k-2,k}}{\lambda_k - \lambda_{k-2}} - \dots + c_1(0) \right|^2}} \times \begin{pmatrix} c_1(0) \\ \vdots \\ a_{k-2,k} / (\lambda_k - \lambda_{k-2}) \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{pmatrix},$$

УДК 519

компоненты которого, начиная с $(k+1)$ -го, равны 0. Сравнивая полученный вектор $x^{(k)}(0)$ с вектором $y^{(k)}(0)$ из доказательства теоремы 2, видим, что эти векторы не являются ортогональными. Теорема доказана.

Аналогично теоремам 2 и 3 доказываются следующие теоремы.

Теорема 4. Пусть A_0 – верхняя треугольная матрица с собственными значениями λ_k ($k = 1, \dots, n$). Если выполняются условия

$$\lambda_{k+l} = \dots = \lambda_{k+1} - \lambda_k = \lambda_{k+1} = \dots = \lambda_{k-l} \quad (7)$$

и по крайней мере один из элементов матрицы A_0 , находящихся одновременно выше главной диагонали, ниже $(k-l-1)$ -й строки и левее $(k+l+1)$ -го столбца, отличен от 0, тогда матрица A_0 дефектна.

Теорема 5. Пусть A_0 – верхняя треугольная матрица с собственными значениями λ_k ($k = 1, \dots, n$). Если выполняются условия (7) и все элементы матрицы A_0 , находящиеся одновременно выше главной диагонали, ниже $(k-l-1)$ -й строки и левее $(k+l+1)$ -го столбца, равны 0, тогда ни одна из $2l+1$ пар собственных векторов $x^{(k-l)}(0)$, $y^{(k-l)}(0)$; ...; $x^{(k)}(0)$, $y^{(k)}(0)$; ...; $x^{(k+l)}(0)$, $y^{(k+l)}(0)$ матрицы A_0 не является ортогональной.

Список литературы

1. Хорн Р., Джонсон Ч. Матричный анализ. – М.: Мир, 1989. – 655 с.

М.И. Толовиков

Череповецкий государственный университет

ТОПОЛОГИЯ В АЛГЕБРЕ ПРОИЗВОДЯЩИХ ФУНКЦИЙ НАД ПОЛУГРУППОЙ С УСЛОВИЕМ КОНЕЧНОСТИ ЧИСЛА ДЕЛИТЕЛЕЙ

В статье определяется топология в алгебре производящих функций над полугруппой с нулём, каждый ненулевой элемент которой имеет лишь конечное число делителей. Эта топология играет

важную роль в приложениях производящих функций. Её частные случаи рассмотрены в [1], [2].

Определение 1. Полугруппой с нулём называется непустое множество N с определённой на нём

ассоциативной бинарной алгебраической операцией и выделенным элементом $o \in N$, который называется нулём полугруппы N и обладает свойством:

$$\forall \alpha \in N : o \cdot \alpha = \alpha \cdot o = o.$$

Если полугруппа N не обладает нулём, то нуль к ней можно присоединить внешним образом, выобраз некоторый элемент $o \notin N$ и положив $o \cdot \alpha = \alpha \cdot o = o$ для всех $\alpha \in N$, $o \cdot o = o$.

Определение 2. Подмножество I полугруппы с нулём N называется (двухсторонним) идеалом этой полугруппы, если

$$\forall \alpha \in N \forall r \in I : r \cdot \alpha \in I \ \& \ \alpha \cdot r \in I.$$

Определение 3. Идеал I полугруппы с нулём N называется открытым, если его дополнение $N \setminus I$ конечно.

Теорема 1. Множество τ , состоящее из всех открытых идеалов полугруппы с нулём N и пустого множества, является топологической структурой в N .

Определение 4. Элемент β полугруппы с нулём N называется делителем элемента $\alpha \in N$, если $\beta = \alpha$ или $\alpha = \beta\gamma$, или, $\alpha = \gamma\beta$ или $\alpha = \gamma\beta\delta$, где $\gamma, \delta \in N$.

Так, определённое отношение делимости является рефлексивным и транзитивным, т. е. является предпорядком на N .

Теорема 2. Множество $F \neq N$ является замкнутым подмножеством в N тогда и только тогда, когда оно конечно и состоит из всех делителей некоторого (конечного) множества ненулевых элементов полугруппы N .

Доказательство. Пусть $F \neq N$ — замкнутое подмножество в N . Тогда его дополнение есть открытый идеал I . Следовательно, F конечно и не содержит нуля (так как нулевой элемент полугруппы, очевидно, принадлежит любому её идеалу). Если $\alpha \in F$, то и любой делитель β элемента α принадлежит F . Действительно, если бы β не принадлежал F , то β принадлежал бы I . Но тогда и α принадлежал бы I в силу определений 2 и 4. В конечном предпорядоченном множестве каждый его элемент меньше либо равен некоторого максимального элемента. Следовательно, каждый

элемент F является делителем некоторого максимального элемента этого множества. Таким образом, F конечно и состоит из всех делителей своих максимальных элементов (их, очевидно, также конечное число).

Обратно, пусть F конечно и состоит из всех делителей некоторого множества ненулевых элементов полугруппы N . Определим множество I как подмножество N , состоящее из всех тех и только тех элементов, которые не являются делителями элементов из F . Тогда I есть открытый идеал в N . Действительно, если α не является делителем ни одного элемента из F , то и $r\alpha$, и αr не являются делителями элементов из F . Значит, I — идеал. Поскольку его дополнение F конечно, то этот идеал — открытый.

Теорема 3. Пусть N — полугруппа с нулём. Тогда следующие условия эквивалентны

1. Каждый ненулевой элемент полугруппы N представим в виде произведения двух элементов этой полугруппы лишь конечным числом способов.

2. Каждый ненулевой элемент полугруппы N имеет лишь конечное число делителей.

3. Пересечение всех открытых идеалов полугруппы N есть нулевой идеал.

Доказательство. Пусть выполнено условие 1 и $\alpha \in N$, $\alpha \neq o$. Тогда представлений вида $\alpha = \beta\gamma$, $\beta, \gamma \in N$ — лишь конечное число, и для каждого из элементов β, γ их разложений на два сомножителя из N также конечное число. Но каждый делитель α совпадает с α или участвует в разложении одного из таких элементов β, γ на два множителя, принадлежащих N . Следовательно, множество делителей α конечно, и выполнено условие 2.

Пусть выполнено условие 2 и $\alpha \in N$, $\alpha \neq o$. Тогда множество всех делителей элемента α конечно и не содержит нуля. В силу теоремы 2 это множество замкнуто, а его дополнение есть открытый идеал в N . Таким образом, для любого $\alpha \in N$, $\alpha \neq o$, найдётся открытый идеал в N , не содержащий элемента α . Так как любой идеал содержит нуль, то отсюда следует, что пересечение всех открытых идеалов в N есть нулевой идеал. Следовательно, выполнено условие 3.

Пусть выполнено условие 3 и $\alpha \in N$, $\alpha \neq o$. Тогда найдётся открытый идеал, не содержащий α . В силу теоремы 2 дополнение этого идеала, которое является замкнутым множеством, не содержащим нуля, состоит из всех делителей конечного множества элементов из N . Из рассуждений, проведённых в доказательстве теоремы 2, следует, что этому множеству принадлежат все делители элемента α . Следовательно, множество всех делителей α конечно, и выполнено условие 1.

Замечание. В произвольной полугруппе с нулем множество всех элементов, имеющих бесконечно много делителей, является идеалом. Рисовская фактор полугруппа по этому идеалу обладает свойствами, перечисленными в теореме 3. Обратное, любая полугруппа с нулем, обладающая этими свойствами, является фактор полугруппой некоторой полугруппы с нулем по указанному идеалу.

Определение 5. Пусть R – кольцо. Алгеброй производящих функций полугруппы с нулём N над кольцом R называется множество $R[[N]]$ всех функций, определённых на множестве всех ненулевых элементов полугруппы N и принимающих значения из R . Операции над функциями определяются следующим образом: для всех $\alpha \in N \setminus \{o\}$, $r \in R$

$$(f + g)(\alpha) = f(\alpha) + g(\alpha),$$

$$(f * g)(\alpha) = \sum_{\beta\gamma=\alpha} f(\beta)g(\gamma), (rf)(\alpha) = rf(\alpha).$$

Для того чтобы умножение функций было определено корректно, необходимо и достаточно, чтобы полугруппа с нулём N удовлетворяла условию 1 теоремы 3. Далее мы предполагаем это условие выполненным.

Множество $R[[N]]$ с так определёнными операциями является линейной ассоциативной алгеброй над кольцом R .

Определим теперь в алгебре $R[[N]]$ топологическую структуру. Топологию в кольце R считаем дискретной.

Определение 6. Топологической алгеброй над кольцом R называется линейная ассоциативная алгебра над этим кольцом, на множестве всех элементов которой определена топологическая струк-

тура такая, что операции сложения, умножения и умножения на элементы кольца R в данной алгебре непрерывны относительно этой топологии.

Определение 7. Пусть Ω – топологическая алгебра над кольцом R . Система Σ_0 подмножеств множества Ω , содержащих нулевой элемент этой алгебры, называется базой окрестностей нуля, если любая окрестность нулевого элемента алгебры Ω содержит множество из Σ_0 .

Будем рассматривать только отделимые топологии. Тогда система Σ_0 подмножеств множества Ω является базой окрестностей нуля тогда и только тогда, когда выполнены условия:

$$1) \bigcap_{U \in \Sigma_0} U = \{0\};$$

2) если $U, V \in \Sigma_0$, то $W \subseteq U \cap V$ для некоторого $W \in \Sigma_0$;

3) если $U \in \Sigma_0$, то $V + V \subseteq U$ для некоторого $V \in \Sigma_0$;

4) если $U \in \Sigma_0$, то $-V \subseteq U$ для некоторого $V \in \Sigma_0$;

5) если $U \in \Sigma_0$, то $V^2 \subseteq U$ для некоторого $V \in \Sigma_0$;

6) если $U \in \Sigma_0$ и $a \in \Omega$, то $aV \cup Va \subseteq U$ для некоторого $V \in \Sigma_0$;

7) если $U \in \Sigma_0$ и $r \in R$, то $rV \subseteq U$ для некоторого $V \in \Sigma_0$.

Обратно, если в алгебре Ω выделена некоторая система подмножеств Σ_0 , обладающая свойствами 1 - 7, то в этой алгебре определена одна и только одна топология, для которой Σ_0 является базой окрестностей нуля. Именно, для каждого $a \in \Omega$ определяется система его окрестностей $\Sigma_a = \{a + U \mid U \in \Sigma_0\}$, и подмножество $G \subseteq \Omega$ объявляется открытым тогда и только тогда, когда оно вместе с каждой своей точкой a содержит целиком и некоторую окрестность этой точки.

Пусть $R[[N]]$ – алгебра производящих функций полугруппы с нулём N , удовлетворяющей условию 1 теоремы 3, и τ – топология в N , определённая в теореме 1. Определим систему

Σ_0 подмножество множества $R[[N]]$ как совокупность всех множеств вида $U = U(I) = \{f \in R[[N]] \mid f(\alpha) = 0 \text{ при всех } \alpha \in I\}$, где I – открытый идеал в N .

Теорема 4. Система Σ_0 является базой окрестностей нуля в алгебре $R[[N]]$.

Доказательство. Достаточно установить, что система Σ_0 удовлетворяет условиям 1-7, сформулированным выше. Выполнение условия 1 следует из того, что пересечение всех открытых идеалов в полугруппе N есть нулевой идеал (в силу теоремы 3). Условие 2 выполнено в силу того, что $U(I_1) \cap U(I_2) = U(I_1 \cap I_2)$ для любых открытых идеалов I_1, I_2 полугруппы N , и пересечение таких идеалов есть открытый идеал в N . Каждое множество $U \in \Sigma_0$ является идеалом в алгебре $R[[N]]$, т. е. содержит вместе с каждым двумя своими элементами их разность, произведение любого из них на любой элемент из $R[[N]]$ и на любой элемент кольца R . Это проверяется очевидным образом. Следовательно, в условиях 3-7 в качестве окрестности $V \in \Sigma_0$ можно взять само множество U .

Определение 8. Пусть M – некоторое множество. *Фильтром на множестве M* называется множество \mathfrak{F} подмножеств множества M , удовлетворяющее условиям: 1) пустое множество не принадлежит \mathfrak{F} ; 2) если $A, B \in \mathfrak{F}$ и $A \subseteq C$, то $A \cap B \in \mathfrak{F}$, $C \in \mathfrak{F}$.

Определение 9. Пусть M – топологическое пространство. Элемент $a \in M$ называется *пределом фильтра \mathfrak{F} на M* , если для любой окрестности U элемента a найдётся такое множество $A \in \mathfrak{F}$, что $A \subseteq U$.

Определение 10. Пусть Ω – топологическая алгебра. Фильтр \mathfrak{F} на Ω называется *фильтром Коши*, если для любой окрестности U нуля алгебры Ω найдётся такое множество $A \in \mathfrak{F}$, что $x - y \in U$ для любых $x, y \in A$.

Определение 11. Топологическая алгебра Ω называется *полной*, если любой фильтр Коши на ней имеет предел.

Теорема 5. Алгебра $R[[N]]$ является полной.

Доказательство. Пусть \mathfrak{F} – фильтр Коши на $R[[N]]$. Для любого элемента $\alpha \in N$, $\alpha \neq 0$, найдётся открытый идеал I полугруппы N такой, что $\alpha \notin I$. Так как \mathfrak{F} – фильтр Коши, то найдётся такое множество $A \in \mathfrak{F}$, что $f - g \in U(I)$ для любых $f, g \in A$. По определению $U(I)$ отсюда следует, что $f(\alpha) = g(\alpha)$ для любых $f, g \in A$. Определим теперь значение функции $l \in R[[N]]$ на элементе α как общее значение всех функций из A на этом элементе. Очевидно, что это значение не зависит от выбора идеала I , не содержащего α , и от выбора соответствующего множества $A \in \mathfrak{F}$. Так определённая функция $l \in R[[N]]$ и является пределом фильтра \mathfrak{F} .

Список литературы

1. Дубиле П., Рота Дж.-К., Стенли Р. Об основах комбинаторной теории (VI): идея производящей функции // Перечислительные задачи комбинаторного анализа. Библиотека кибернетического сборника: Сб. переводов / Под ред. Г.П. Гаврилова. – М.: Мир, 1979.
2. Стенли Р. П. Перечислительная комбинаторика: Пер. с англ. – М.: Мир, 1990.

УДК 511.37

А.Н. Данилов

Череповецкий государственный университет

ФОРМУЛА ШУРА ДЛЯ ФУНКЦИИ ЖОРДАНА НА ПОЛУГРУППЕ

Пусть G – полугруппа с регулярной нормировкой (см., например, [1, с. 10]), P – система обра-

зующих полугруппы G , N – гомоморфизм G на некоторую мультипликативную полугруппу по-

ложительных чисел, $N(\alpha)$ - образ (норма) элемента $\alpha \in G$ при гомоморфизме N , $v(t)$ - число элементов $\alpha \in G$ с нормой $N(\alpha) \leq t$. Пусть далее

$$v(t) = ct^\theta + O(t^{\theta_1}), \quad (1)$$

где c, θ, θ_1 - некоторые постоянные, $c > 0, 0 \leq \theta_1 < \theta$.

Назовем функцию

$$\Phi_k(\alpha) = N^k(\alpha) \prod_{\omega \mid \alpha} \left(1 - \frac{1}{N^k(\omega)} \right), \quad (2)$$

где $k \in \mathbb{R}, \omega \in P$, функцией Жордана на полугруппе G .

Для числовой функции $f(\alpha)$, заданной на полугруппе G , введем обозначение

$$M\{f(\alpha)\} = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{1}{v} \sum_{N(\alpha) \leq t} f(\alpha), \quad (3)$$

где $v = v(t)$. Очевидно, если f_1 и f_2 - произвольные числовые функции с областью определения G , а c_1 и c_2 - произвольные числовые постоянные, то

$$\begin{aligned} M\{c_1 f_1(\alpha) - c_2 f_2(\alpha)\} &= \\ &= c_1 M\{f_1(\alpha)\} - c_2 M\{f_2(\alpha)\}. \end{aligned} \quad (4)$$

Пусть A - произвольное множество элементов полугруппы $G (A \subseteq G)$. Обозначим через $N_v(A)$ число тех элементов множества A , норма которых $\leq t$. Если существует предел

$$D(A) = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{1}{v} N_v(A), \quad (5)$$

то будем называть его плотностью множества A . Очевидно, $D(G) = 1$. Если множество A конечно, то $D(A) = 0$. Плотность $D(A)$ является конечно-аддитивной, т.е. если $A_1 \cap A_2 = \emptyset$, то $D(A_1 \cup A_2) = D(A_1) + D(A_2)$. Однако она не вполне аддитивна, что легко доказать, рассмотрев множества

$$A_n = \{ \alpha \mid \alpha \in G, n \leq N(\alpha) < n+1 \}$$

(n - натуральное число), для которых

$$\sum_{n=1}^{\infty} D(A_n) = 0,$$

а с другой стороны,

$$D\left(\bigcup_{n=1}^{\infty} A_n\right) = D(G) = 1.$$

Целью этой статьи является доказательство следующего утверждения.

Теорема. Если $k > 0$ и $r \geq 1$, то

$$M\left\{\left(\frac{\Phi_k(\alpha)}{N^k(\alpha)}\right)^r\right\} =$$

$$= \prod_{\omega \in P} \left[1 - \frac{1}{N^\theta(\omega)} + \frac{1}{N^\theta(\omega)} \left(1 - \frac{1}{N^k(\omega)} \right)^r \right] \quad (6)$$

(обобщение формулы И. Шура [2, с. 88]).

Доказательство. Введем функции

$$\varepsilon_\omega(\alpha) = \begin{cases} 1 & (\text{если } \omega \text{ делит } \alpha), \\ 0 & (\text{если } \omega \text{ не делит } \alpha). \end{cases}$$

Тогда из равенства (2) имеем, что

$$\frac{\Phi_k(\alpha)}{N^k(\alpha)} = \prod_{\omega \mid \alpha} \left(1 - \frac{1}{N^k(\omega)} \right) = \prod_{\omega \in P} \left(1 - \frac{\varepsilon_\omega(\alpha)}{N^k(\omega)} \right). \quad (7)$$

Обозначим также

$$f_y(\alpha) = \prod_{N(\omega) \leq y} \left(1 - \frac{\varepsilon_\omega(\alpha)}{N^k(\omega)} \right) \quad (8)$$

и рассмотрим разность

$$f_y(\alpha) - \frac{\Phi_k(\alpha)}{N^k(\alpha)}.$$

Из (7) и (8) видно, что эта разность удовлетворяет неравенствам

$$0 \leq f_y(\alpha) - \frac{\Phi_k(\alpha)}{N^k(\alpha)} \leq f_y(\alpha) < 1. \quad (9)$$

В силу свойства (4) верно равенство

$$M \left\{ f_r(\alpha) - \frac{\Phi_k(\alpha)}{N^k(\alpha)} \right\} = M \{ f_r(\alpha) \} - M \left\{ \frac{\Phi_k(\alpha)}{N^k(\alpha)} \right\}. \quad (10)$$

Продолжим вычисления с его использованием. Из равенства (7) вытекает равенство

$$\frac{\Phi_k(\alpha)}{N^k(\alpha)} = \sum_{\delta|\alpha} \frac{\mu(\delta)}{N^k(\delta)}, \quad (11)$$

где $\mu(\delta)$ - функция Мебиуса на полугруппе G [1, с. 144].

Можно показать, что число элементов α полугруппы G с нормой $N(\alpha) \leq t$, делящихся на элемент δ , равно $v \left(\frac{t}{N(\delta)} \right)$. При этом с помощью формулы (1) получается равенство

$$v \left(\frac{t}{N(\delta)} \right) = \frac{v(t)}{N^k(\delta)} + O \left(\frac{t^{\theta_1}}{N^k(\delta)} \right). \quad (12)$$

Учитывая сказанное и применяя (11) и (12), находим, что

$$\begin{aligned} \frac{1}{v} \sum_{N(\alpha) \leq t} \frac{\Phi_k(\alpha)}{N^k(\alpha)} &= \frac{1}{v} \sum_{N(\alpha) \leq t} \sum_{\delta|\alpha} \frac{\mu(\delta)}{N^k(\delta)} = \\ &= \frac{1}{v} \sum_{N(\delta) \leq t} \frac{\mu(\delta)}{N^k(\delta)} v \left(\frac{t}{N(\delta)} \right) = \\ &= \sum_{N(\delta) \leq t} \frac{\mu(\delta)}{N^{k+\theta}(\delta)} + O \left(\frac{t^{\theta_1}}{v(t)} \sum_{N(\delta) \leq t} \frac{1}{N^{k+\theta_1}(\delta)} \right). \end{aligned} \quad (13)$$

Остаточный член в (13) может быть оценен с помощью равенства

$$\sum_{N(\alpha) \leq t} \frac{1}{N^r(\alpha)} = \frac{v(t)}{t^r} + \eta \int_1^t \frac{v(u)}{u^{r+1}} du \quad (14)$$

(η - произвольное действительное число), получаемого суммированием по Абелю [3, с. 421], и неравенства

$$c't^{\theta} \leq v(t) \leq c''t^{\theta} \quad (t \geq 1), \quad (15)$$

в котором c', c'' - некоторые положительные постоянные, вытекающего из соотношения (1). В результате мы получаем оценку

$$\frac{t^{\theta_1}}{v(t)} \sum_{N(\delta) \leq t} \frac{1}{N^{k+\theta_1}(\delta)} \leq \frac{1}{t^k} + \frac{c''}{c'} (k + \theta_1) g(t),$$

где $g(t) = 1/(\theta - k - \theta_1)t^k$ при $\theta > k + \theta_1$; $g(t) = -t^{\theta_1}/(\theta - k - \theta_1)t^k$ при $\theta < k + \theta_1$; $g(t) = t^{\theta_1} \ln t/t^k$ при $\theta = k + \theta_1$. Таким образом,

$$\frac{t^{\theta_1}}{v(t)} \sum_{N(\delta) \leq t} \frac{1}{N^{k+\theta_1}(\delta)} = o(1) \quad (16)$$

при $t \rightarrow \infty$.

Учитывая определение (3), оценку (16) и выполняя предельный переход при $t \rightarrow \infty$ в равенстве (13), имеем равенство

$$\begin{aligned} M \left\{ \frac{\Phi_k(\alpha)}{N^k(\alpha)} \right\} &= \sum_{\delta \in G} \frac{\mu(\delta)}{N^{k+\theta}(\delta)} = \\ &= \prod_{p \in P} \left(1 - \frac{1}{N^{k+\theta}(p)} \right) = \frac{1}{\zeta_G(k+\theta)}, \end{aligned} \quad (17)$$

где $\zeta_G(s)$ - дзета-функция полугруппы G [4].

Ряд в равенстве (17) сходится, так как, применяя (14) и (15), можно получить оценку

$$\left| \sum_{\delta \in G} \frac{\mu(\delta)}{N^{k+\theta}(\delta)} \right| \leq c'' \left(1 + \frac{\theta}{k} \right).$$

Если величины ε_i ($i = 1, 2, \dots, m$) принимают значения 0 или 1, то

$$\begin{aligned} D(\varepsilon_{\omega_1}(\alpha) - \varepsilon_1, \dots, \varepsilon_{\omega_m}(\alpha) - \varepsilon_m) &= \\ &= D(\varepsilon_{\omega_1}(\alpha) = \varepsilon_1) \dots D(\varepsilon_{\omega_m}(\alpha) = \varepsilon_m), \end{aligned} \quad (18)$$

т.е. «события», заключающиеся в делимости элементов полугруппы G на $\omega_1, \dots, \omega_m$ статистически независимы или, что то же, функции $\varepsilon_{\omega_i}(\alpha)$ независимы. Действительно, делимость элемента α на $\omega_1, \dots, \omega_m$ одновременно эквивалентна его делимости на произведение $\omega_1 \dots \omega_m$. Множество элементов $\alpha \in G$, делящихся на $\omega_1 \dots \omega_m$, имеет плотность [см. (5) и (12)]

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{1}{v(t)} v \left(\frac{t}{N(\omega_1 \dots \omega_m)} \right) =$$

$$= \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{1}{v(t)} \left[N^{\theta} \left(\frac{v(t)}{\omega_1 \dots \omega_m} \right) + O \left(\frac{t^{\theta_1}}{N^{\theta_1}(\omega_1 \dots \omega_m)} \right) \right] = \frac{1}{N^{\theta}(\omega_1 \dots \omega_m)}. \quad (19)$$

Множество элементов $\alpha \in G$, делящихся на ω_i ($i = 1, 2, \dots, m$), имеет плотность

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{1}{v(t)} v \left(\frac{t}{N(\omega_i)} \right) = \frac{1}{N^{\theta}(\omega_i)} \quad (20)$$

(вычисляется аналогично). Очевидно, произведение всех плотностей (20) равно плотности (19), что и доказывает равенство (18).

Пусть $r \geq 1$. Вычислим $M\{f_y^r(\alpha)\}$. Используя обозначение (8) и свойство (18), имеем

$$M\{f_y^r(\alpha)\} = M \left\{ \prod_{N(\alpha) \leq y} \left(1 - \frac{\varepsilon_{\omega}(\alpha)}{N^k(\omega)} \right)^r \right\} = \prod_{N(\omega) \leq y} M \left\{ \left(1 - \frac{\varepsilon_{\omega}(\alpha)}{N^k(\omega)} \right)^r \right\}. \quad (21)$$

Далее, по определению (3), определению функций $\varepsilon_{\omega}(\alpha)$ и в силу равенства (12) получаем равенство

$$\begin{aligned} M \left\{ \left(1 - \frac{\varepsilon_{\omega}(\alpha)}{N^k(\omega)} \right)^r \right\} &= \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{1}{v(t)} \sum_{N(\alpha) \leq t} \left(1 - \frac{\varepsilon_{\omega}(\alpha)}{N^k(\omega)} \right)^r = \\ &= \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{1}{v(t)} \left[\left(1 - \frac{0}{N^k(\omega)} \right)^r \left(v(t) - v \left(\frac{t}{N(\omega)} \right) \right) + \right. \\ &\quad \left. + \left(1 - \frac{1}{N^k(\omega)} \right)^r v \left(\frac{t}{N(\omega)} \right) \right] = \\ &= \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{1}{v(t)} \left[v(t) - \frac{v(t)}{N^{\theta}(\omega)} - O \left(\frac{t^{\theta_1}}{N^{\theta_1}(\omega)} \right) + \right. \\ &\quad \left. + \left(1 - \frac{1}{N^k(\omega)} \right)^r \left(\frac{v(t)}{N^{\theta}(\omega)} - O \left(\frac{t^{\theta_1}}{N^{\theta_1}(\omega)} \right) \right) \right] = \\ &= 1 - \frac{1}{N^{\theta}(\omega)} + \frac{1}{N^{\theta}(\omega)} \left(1 - \frac{1}{N^k(\omega)} \right)^r. \quad (22) \end{aligned}$$

Из (21) и (22) следует, что

$$M\{f_y^r(\alpha)\} = \prod_{N(\omega) \leq y} \left[1 - \frac{1}{N^{\theta}(\omega)} + \frac{1}{N^{\theta}(\omega)} \left(1 - \frac{1}{N^k(\omega)} \right)^r \right],$$

откуда

$$\begin{aligned} \lim_{y \rightarrow \infty} M\{f_y^r(\alpha)\} &= \\ &= \prod_{\omega \in P} \left[1 - \frac{1}{N^{\theta}(\omega)} + \frac{1}{N^{\theta}(\omega)} \left(1 - \frac{1}{N^k(\omega)} \right)^r \right]. \quad (23) \end{aligned}$$

Бесконечное произведение в равенстве (23) является сходящимся. Действительно, так как $r \geq 1$, то

$$0 < \left(1 - \frac{1}{N^k(\omega)} \right)^r \leq 1 - \frac{1}{N^k(\omega)}.$$

Поэтому для всякого $\omega \in P$

$$-\frac{1}{N^{\theta}(\omega)} + \frac{1}{N^{\theta}(\omega)} \left(1 - \frac{1}{N^k(\omega)} \right)^r \leq -\frac{1}{N^{\theta+k}(\omega)} < 0.$$

При этом ряд

$$\sum_{\omega \in P} \left[-\frac{1}{N^{\theta}(\omega)} + \frac{1}{N^{\theta}(\omega)} \left(1 - \frac{1}{N^k(\omega)} \right)^r \right]$$

сходится, так как

$$\begin{aligned} \sum_{\omega \in P} \left| -\frac{1}{N^{\theta}(\omega)} + \frac{1}{N^{\theta}(\omega)} \left(1 - \frac{1}{N^k(\omega)} \right)^r \right| &= \\ &= \sum_{\omega \in P} \left[\frac{1}{N^{\theta}(\omega)} - \frac{1}{N^{\theta}(\omega)} \left(1 - \frac{1}{N^k(\omega)} \right)^r \right] = \\ &= \sum_{\omega \in P} \frac{1}{N^{\theta}(\omega)} \left[1 - \left(1 - \frac{1}{N^k(\omega)} \right)^r \right] \leq \\ &\leq \sum_{\omega \in P} \frac{1}{N^{\theta}(\omega)} \cdot r \cdot \left[1 - \left(1 - \frac{1}{N^k(\omega)} \right) \right] = \end{aligned}$$

$$= r \sum_{\omega \in P} \frac{1}{N^{k+\theta}(\omega)}, \quad (24)$$

а последний ряд в (24) является сходящимся.

Выше мы использовали известный признак сходимости бесконечных произведений [5, с. 355] и следующее неравенство, имеющееся в [6, с. 55]:

если x и y положительны и не равны, а $r < 0$ или $r > 1$, то

$$ry^{r-1}(x-y) < x^r - y^r < rx^{r-1}(x-y). \quad (25)$$

Очевидно, при $r = 1$ неравенства (25) превращаются в равенства.

Из равенства (23) следует, в частности, при $r = 1$, что

$$\lim_{y \rightarrow x} M\{f_y(\alpha)\} = \prod_{\omega \in P} \left(1 - \frac{1}{N^{k+\theta}(\omega)}\right). \quad (26)$$

Переходя теперь к пределу в равенстве (10) при $y \rightarrow \infty$ и учитывая соотношения (26) и (17), имеем следующее соотношение:

$$\lim_{y \rightarrow \infty} M\left\{f_y(\alpha) - \frac{\Phi_k(\alpha)}{N^k(\alpha)}\right\} = 0. \quad (27)$$

Воспользуемся неравенством (25) и неравенством $0 \leq f_y(\alpha) \leq 1$ (см. (9)). Тогда получим, что

$$\begin{aligned} f_y^r(\alpha) - \left(\frac{\Phi_k(\alpha)}{N^k(\alpha)}\right)^r &\leq r f_y^{r-1}(\alpha) \left(f_y(\alpha) - \frac{\Phi_k(\alpha)}{N^k(\alpha)}\right) \leq \\ &\leq r \left(f_y(\alpha) - \frac{\Phi_k(\alpha)}{N^k(\alpha)}\right). \end{aligned} \quad (28)$$

С другой стороны, в силу неравенств (25) и (9),

$$\begin{aligned} f_y^r(\alpha) - \left(\frac{\Phi_k(\alpha)}{N^k(\alpha)}\right)^r &\geq \\ &\geq r \left(\frac{\Phi_k(\alpha)}{N^k(\alpha)}\right)^{r-1} \left(f_y(\alpha) - \frac{\Phi_k(\alpha)}{N^k(\alpha)}\right) \geq 0. \end{aligned} \quad (29)$$

Отсюда, т.е. из (28) и (29), следует неравенство

$$0 \leq f_y^r(\alpha) - \left(\frac{\Phi_k(\alpha)}{N^k(\alpha)}\right)^r \leq r \left(f_y(\alpha) - \frac{\Phi_k(\alpha)}{N^k(\alpha)}\right)$$

и, значит,

$$f_y^r(\alpha) - r \left(f_y(\alpha) - \frac{\Phi_k(\alpha)}{N^k(\alpha)}\right) \leq \left(\frac{\Phi_k(\alpha)}{N^k(\alpha)}\right)^r \leq f_y^r(\alpha). \quad (30)$$

Разделим неравенство (30) на $v(t)$ и просуммируем по всем элементам α с нормой $N(\alpha) \leq t$:

$$\begin{aligned} \frac{1}{v(t)} \sum_{N(\alpha) \leq t} f_y^r(\alpha) - r \frac{1}{v(t)} \sum_{N(\alpha) \leq t} \left(f_y(\alpha) - \frac{\Phi_k(\alpha)}{N^k(\alpha)}\right) &\leq \\ &\leq \frac{1}{v(t)} \sum_{N(\alpha) \leq t} \left(\frac{\Phi_k(\alpha)}{N^k(\alpha)}\right)^r \leq \frac{1}{v(t)} \sum_{N(\alpha) \leq t} f_y^r(\alpha). \end{aligned} \quad (31)$$

Перейдем к пределу в неравенстве (31) при $t \rightarrow \infty$, используя при этом также определение (3). В результате предельного перехода получим, что

$$\begin{aligned} M\{f_y^r(\alpha)\} - r M\left\{f_y(\alpha) - \frac{\Phi_k(\alpha)}{N^k(\alpha)}\right\} &\leq \\ &\leq \liminf_{t \rightarrow \infty} \frac{1}{v(t)} \sum_{N(\alpha) \leq t} \left(\frac{\Phi_k(\alpha)}{N^k(\alpha)}\right)^r \leq \\ &\leq \limsup_{t \rightarrow \infty} \frac{1}{v(t)} \sum_{N(\alpha) \leq t} \left(\frac{\Phi_k(\alpha)}{N^k(\alpha)}\right)^r \leq M\{f_y^r(\alpha)\}. \end{aligned} \quad (32)$$

Наконец, предельный переход в неравенстве (32) при $y \rightarrow \infty$, использующий равенства (23) и (27) и определение (3), дает формулу

$$\begin{aligned} M\left\{\left(\frac{\Phi_k(\alpha)}{N^k(\alpha)}\right)^r\right\} &= \\ &= \prod_{\omega \in P} \left[1 - \frac{1}{N^{\theta}(\omega)} + \frac{1}{N^{\theta}(\omega)} \left(1 - \frac{1}{N^k(\omega)}\right)^r\right], \end{aligned}$$

где $k > 0$, $r \geq 1$.

Этим теорема [формула (6)] доказана.

Список литературы

1. Постников А. Г. Введение в аналитическую теорию чисел. — М.: Наука, 1971.

2. Кац М. Статистическая независимость в теории вероятностей, анализе и теории чисел. - М.: ИЛ, 1963.

3. Прахар К. Распределение простых чисел. - М.: Мир, 1967.

4. Юшкис З. Асимптотическое разложение законов распределения некоторых функций, определенных на упо-

рядоченных полугруппах с регулярной нормировкой // Лит. матем. сб. - 1965. V. - № 1. - С. 167-183.

5. Фихтенгольц Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. Т. II. М.: Наука, 1970.

6. Харди Г. Г., Литтлвуд Дж. Е., Полиа Г. Неравенства. - М.: ИЛ, 1948.

УДК 512.53

Н.В. Плотникова

Череповецкий государственный университет

ОБ ИЗОМОРФИЗМЕ ТРЕХОСНОВНЫХ ПОЛУГРУППОВЫХ ДИСТРИБУТИВНЫХ АЛГЕБР

Данная статья посвящена изучению трехосновных полугрупповых дистрибутивных алгебр, введенных в рассмотрение Е.С. Ляпиным, дальнейшим исследованием которых занимался М.М. Лесохин.

Определение 1. Пусть A, B, C - мультипликативные полугруппы, f - отображение $A \times B$ в C такое, что для любых $a, a_1, a_2 \in A$; $b, b_1, b_2 \in B$ справедливы равенства:

$$\begin{aligned} f(a_1 \cdot a_2, b) &= f(a_1, b) \cdot f(a_2, b); \\ f(a, b_1 \cdot b_2) &= f(a, b_1) \cdot f(a, b_2). \end{aligned}$$

Тогда набор (A, B, C, f) называется *трехосновной полугрупповой дистрибутивной алгеброй*.

Определение 2. Пусть $(A_1, B_1, C_1, f_1), (A_2, B_2, C_2, f_2)$ - две трехосновные полугрупповые дистрибутивные алгебры. *Гомоморфизмом* (A_1, B_1, C_1, f_1) в (A_2, B_2, C_2, f_2) называется тройка $\mu = (\varphi, \psi, \lambda)$ гомоморфизмов $\varphi: A_1 \rightarrow A_2, \psi: B_1 \rightarrow B_2, \lambda: C_1 \rightarrow C_2$ таких, что для любых $a \in A_1, b \in B_1$ справедливо равенство

$$\lambda(f_1(a, b)) = f_2(\varphi(a), \psi(b)).$$

Если φ, ψ, λ - биективные отображения, то гомоморфизм $\mu = (\varphi, \psi, \lambda)$ называется *изоморфизмом* (A_1, B_1, C_1, f_1) на (A_2, B_2, C_2, f_2) . (A_1, B_1, C_1, f_1) и (A_2, B_2, C_2, f_2) называются *изоморфными*, если существует изоморфизм (A_1, B_1, C_1, f_1) на (A_2, B_2, C_2, f_2) .

Теорема. Пусть $(A, B, C, f), (A_1, B_1, C_1, f_1), (A_2, B_2, C_2, f_2)$ - трехосновные полугрупповые дистри-

бутивные алгебры; пусть заданы сюръективные гомоморфизмы $\varphi_1: A \rightarrow A_1, \varphi_2: A \rightarrow A_2, \psi_1: B \rightarrow B_1, \psi_2: B \rightarrow B_2, \lambda_1: C \rightarrow C_1, \lambda_2: C \rightarrow C_2$.

Тогда (A_1, B_1, C_1, f_1) изоморфна (A_2, B_2, C_2, f_2) , если ядра отображений φ_1 и φ_2, ψ_1 и ψ_2, λ_1 и λ_2 совпадают.

Доказательство. Пусть ядра отображений φ_1 и φ_2, ψ_1 и ψ_2, λ_1 и λ_2 совпадают. Докажем существование изоморфизма (A_1, B_1, C_1, f_1) на (A_2, B_2, C_2, f_2) . Зададим отображение $\alpha: A_1 \rightarrow A_2$ следующим образом: для любого $a_1 \in A_1$ будем считать $\alpha(a_1) = a_2$ тогда и только тогда, когда найдется такой элемент $a \in A$, что $\varphi_1(a) = a_1, \varphi_2(a) = a_2$. В этом случае для всякого $a_1 \in A_1$ найдется $a_2 \in A_2$ такой, что $\alpha(a_1) = a_2$. Пусть $\alpha(a_1) = a'_2$, тогда найдется $a' \in A$ такой, что $\varphi_1(a') = a_1, \varphi_2(a') = a'_2$. Следовательно, $\varphi_1(a) = a_1 = \varphi_1(a')$, а так как ядра отображений φ_1 и φ_2 совпадают, то $\varphi_2(a) = \varphi_2(a'), a_2 = a'_2$. Аналогично для любого $a_2 \in A_2$ существует $a \in A$ такой, что $\varphi_2(a) = a_2$, тогда найдется $a_1 \in A_1$, при котором $\varphi_1(a) = a_1$. Тогда $\alpha(a_1) = a_2$. Пусть $\alpha(a_1) = a_2, \alpha(a'_1) = a'_2$. Следовательно, найдутся $a, a' \in A$ такие, что $\varphi_1(a) = a_1, \varphi_2(a) = a_2, \varphi_1(a') = a'_1, \varphi_2(a') = a'_2$. Отсюда $\varphi_2(a) = \varphi_2(a')$, из равенства ядер φ_1 и $\varphi_2: \varphi_1(a) = \varphi_1(a'), a_1 = a'_1$. Доказали, что α - биективное отображение A_1 на A_2 . Аналогично построенные отображения: $\beta: B_1 \rightarrow B_2, \gamma: C_1 \rightarrow C_2$ - биекции.

Покажем, что для любых $x_1, y_1 \in A_1$ выполняется равенство

$$\alpha(x_1 \cdot y_1) = \alpha(x_1) \cdot \alpha(y_1).$$

Так как φ_1 — сюръективное отображение, то найдутся $x, y \in A$ такие, что $\varphi_1(x) = x_1, \varphi_1(y) = y_1$. Пусть $\alpha(x_1) = x_2, \alpha(y_1) = y_2, \varphi_2(x) = x_2, \varphi_2(y) = y_2$. Тогда, так как φ_1 и φ_2 — гомоморфизмы,

$$\varphi_1(x) \cdot \varphi_1(y) = \varphi_1(x \cdot y) = x_1 \cdot y_1,$$

$$\varphi_2(x) \cdot \varphi_2(y) = \varphi_2(x \cdot y) = x_2 \cdot y_2,$$

следовательно, $\alpha(x_1 \cdot y_1) = \alpha(x_1) \cdot \alpha(y_1)$. Аналогично доказывается, что β и γ — изоморфизмы. Покажем, что для любых $a_1 \in A_1, b_1 \in B_1$ справедливо

равенство

$$\gamma(f_1(a_1, b_1)) = f_2(\alpha(a_1), \beta(b_1)).$$

Пусть $\alpha(a_1) = a_2, \beta(b_1) = b_2$. Тогда найдутся $a \in A, b \in B$ такие, что $\varphi_1(a) = a_1, \varphi_2(a) = a_2, \psi_1(b) = b_1, \psi_2(b) = b_2$. Пусть $f(a, b) = c, \lambda_1(c) = c_1, \lambda_2(c) = c_2$. Следовательно, $f_2(\alpha(a_1), \beta(b_1)) = f_2(a_2, b_2) = f_2(\varphi_2(a), \psi_2(b)) = \lambda_2(f(a, b)) = \lambda_2(c) = c_2 = \gamma(c_1)$. С другой стороны,

$$\begin{aligned} \gamma(f_1(a_1, b_1)) &= \gamma(f_1(\varphi_1(a), \psi_1(b))) = \\ &= \gamma(\lambda_1(f(a, b))) = \gamma(\lambda_1(c)) = \gamma(c_1). \end{aligned}$$

Равенство справедливо. (α, β, γ) — изоморфизм. Теорема доказана.

Раздел III

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

УДК 691.

В.С. Грызлов, Е.В. Меньшикова
Череповецкий государственный университет

ТЕРМОДИНАМИКА СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ БЕТОНА

Бетон по совокупности его составляющих (цемент, заполнитель, вода, добавки) представляет собой сложную систему. Трудность и сложность исследования процесса структурообразования такого материала обуславливается взаимосвязанными и параллельно протекающими физико-химическими и физико-механическими процессами, а также многостадийностью процесса, связанного с прохождением материала (системы) через ряд качественно новых состояний (см. рисунок).

На каждом из рассматриваемых этапов 1-2-3 твердеющая бетонная смесь представляет собой открытую гетерогенную систему, где возможно существование термодинамически устойчивых неравновесных состояний, характеризующихся определенной пространственной и временной упорядоченностью, существование которой требует непрерывного обмена веществом и энергией с окружающей средой [2].

Процесс твердения бетона связан с коагуляционными и конденсационными процессами, проте-

кающими при твердении цементного камня. На стадии 1-2 происходит коагуляция частиц цемента в водном растворе, а на стадии 2-3 – образование пространственной сетки, где заполнитель фиксируется по всему объему цементной матрицы. Образование такой дисперсной системы требует затраты работы, равной изменению термодинамического потенциала Гиббса системы.

Работа образования дисперсной системы связана с изменением фазового состояния 1-2 и 2-3 и равна изменению потенциала ΔG_{1-3} при переходе из состояния 1 в состоянии 3, т. е. $W = \Delta G_{1-3}$. С другой стороны, эта величина представляется как сумма изменений потенциала ΔG_{1-3} при переходе состояний 1-2, а затем 2-3, т. е.

$$W = W_1 + W_2 = \Delta G_{1-3}.$$

Здесь ΔG_{1-3} есть не что иное, как «химическая работа» перехода системы из метастабильного состояния в стабильную макросистему. Поскольку

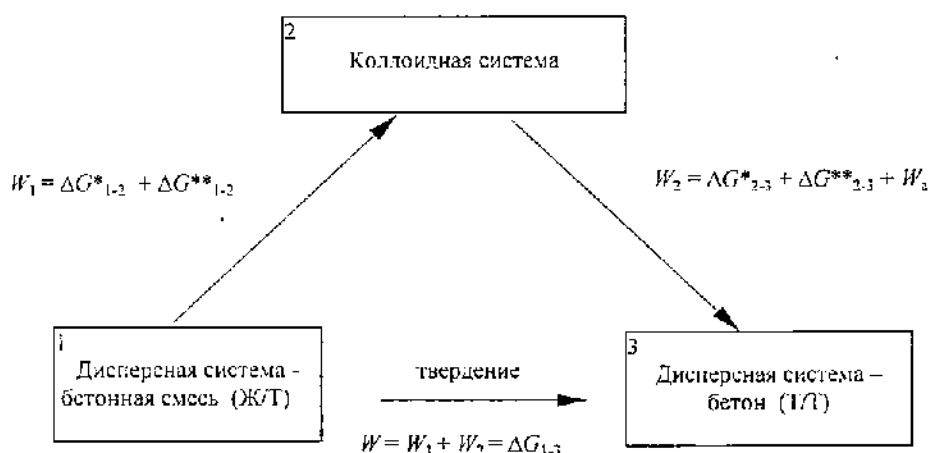


Схема термодинамики формирования структуры бетона

в состоянии 1 бетонная смесь характеризуется гетерогенностью и дисперсностью, где гетерогенность указывает на наличие межфазной поверхности между дисперсной фазой и дисперсионной средой, то изменение потенциала $\Delta G_{1,2}$, во-первых, будет определяться энергетическими затратами на образование новой поверхности ΔS (в результате растворения частичек цемента получим

$$\Delta G^*_{1,2} = \Delta S \sigma,$$

где σ – поверхностное натяжение); во-вторых, образование водного раствора и начало процессов коагуляционного характера можно выразить, как

$$\Delta G^{**}_{1,2} = (V / V_{ж}) (\mu_2 - \mu_1),$$

где V – объем системы; $V_{ж}$ – молярный объем жидкой фазы; μ_1 и μ_2 – химические потенциалы системы в состояниях 1 и 2, соответственно.

В целом изменение потенциала $\Delta G_{1,2}$ примет вид

$$W_1 = \Delta G^*_{1,2} + \Delta G^{**}_{1,2} = \Delta S \sigma + (V / V_{ж}) (\mu_2 - \mu_1).$$

На стадии 2-3 затвердевание обуславливается процессами коагуляционно-кристаллического характера и переходом системы в твердое состояние. Здесь $\Delta G_{2,3}$ – «химическая работа» перехода системы из 2 в 3 с учетом продолжающихся коагуляционных процессов ($\Delta G^*_{2,3} = S_n \sigma$) и формирующейся кристаллизационной структуры бетона ($\Delta G^{**}_{2,3} = (V / V_{тв}) (\mu_3 - \mu_2)$), где S_n – площадь межфазной границы; $V_{тв}$ – молярный объем твердой фазы; μ_3 и μ_2 – химические потенциалы системы в состояниях 3 и 2, соответственно.

В то же время образование структуры бетона определяется адгезионно-когезионными силами, где цементная матрица в виде кластера, изменяя свое состояние, фиксирует структурные элементы [1], т. е. наполнитель. Как известно, адгезия – это результат стремления системы к уменьшению поверхностной энергии. Она является самопроизвольным процессом. Работа адгезии W_a характеризует прочность адгезионной связи и определяется работой обратимого разрыва адгезионной связи, отнесенной к единице площади.

С переходом из состояния 2 в 3 работа W_2 составляет

$$W_2 = \Delta G_{2,3} + W_a = S_n \sigma + (V / V_{тв}) (\mu_3 - \mu_2) + W_a.$$

Подводя общий итог, можно отметить, что процесс структурообразования бетона носит многоступенчатый характер, усложненный протекающими процессами физико-химического и физико-механического характера. В целом бетон как конечный продукт представляет собой открытую неравновесную систему и с термодинамической точки зрения, будучи самоорганизующейся системой, относится к сложным гетерогенным многофазным системам.

Список литературы

1. Соломатов В.И., Тахиров М.К., Тахер Шах Мд. Интенсивная технология бетонов: Совм. изд. СССР - Бангладеш. – М.: Стройиздат, 1989. – 264 с.
2. Чернявский В.Л. Энтропийный режим и функциональное состояние цементных материалов // Известия высших учебных заведений. Сер. Строительство. – 1992. – № 7-8. – С.61-65.

ТЕПЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ В МЕТАЛЛЕ ПРИ ЕГО ЛИТЕЙНОМ ПЛАКИРОВАНИИ

Литейные способы плакирования позволяют использовать в качестве основы углеродистую сталь, прошедшую специальный передел. Покрытие наносится на заготовки конечных размеров по схеме «жидкое – твердое – жидкое». В качестве плакирующего слоя используются легированные марки стали, придающие заготовке специальные свойства (коррозионностойкость, жаропрочность и т.п.). Технологические аспекты данного способа описаны в [1], [2]. Упрощенная математическая модель и результаты расчета по этой модели приведены в [3], [4]. В данной работе предлагается уточненная математическая модель теплообмена, учитывающая все основные факторы, которые влияют на характер протекания тепловых процессов.

Температурное поле металла описывается системой дифференциальных уравнений, которая в безразмерной форме примет вид:

$$\frac{\partial \theta_1(x, Fo_1)}{\partial Fo_1} = \frac{\partial^2 \theta_1(x, Fo_1)}{\partial x^2}, \quad Fo_1 > 0; \quad -1 < x < 0; \quad (1)$$

$$\frac{\partial \theta_2(x, Fo_2)}{\partial Fo_2} = \frac{\partial^2 \theta_2(x, Fo_2)}{\partial x^2}, \quad Fo_2 > 0; \quad 0 < x < \varepsilon; \quad (2)$$

$$\frac{\partial \theta_3(x, Fo_3)}{\partial Fo_3} = \frac{\partial^2 \theta_3(x, Fo_3)}{\partial x^2}, \quad Fo_3 > 0; \quad \varepsilon < x < \infty, \quad (3)$$

где θ – безразмерная температура; x – безразмерная координата; Fo – число Фурье; ε – безразмерная толщина плакирующего слоя. Здесь и далее индекс 1 соответствует подложке, индекс 2 – плакирующему слою, индекс 3 – жидкому металлу.

Входящие в (1) – (3) безразмерные величины определяются из соотношений:

$$\theta_1(x, Fo_1) = \frac{T_1(x, \tau) - T_{10}}{T_{30} - T_{10}};$$

$$\theta_2(x, Fo_2) = \frac{T_2(x, \tau) - T_{10}}{T_{30} - T_{10}};$$

$$\theta_3(x, Fo_3) = \frac{T_3(x, \tau) - T_{10}}{T_{30} - T_{10}};$$

$$Fo_1 = \frac{a_1 \tau}{\delta^2}; \quad Fo_2 = \frac{a_2 \tau}{\delta^2}; \quad Fo_3 = \frac{a_3 \tau}{\delta^2};$$

$$X = \frac{x}{\delta}; \quad \varepsilon = \frac{\xi}{\delta},$$

где T – температура металла; T_{10} – начальная температура подложки; T_{30} – начальная температура жидкого металла; x – текущая координата; τ – время; a – коэффициент температуропроводности; δ – половина толщины подложечной ленты; ξ – толщина плакирующего слоя.

Из условий геометрической и тепловой симметрии имеем

$$\frac{\partial \theta_1(-1, Fo_1)}{\partial x} = 0.$$

Условия контакта плакирующего и подложечного металла считаем идеальными. Тогда

$$\theta_1(0, Fo_1) = \theta_2(0, Fo_2).$$

На границе соприкосновения плакирующего слоя и жидкого металла соблюдаются условия:

$$\theta_2(\varepsilon, Fo_2) = \theta_3(0, Fo_3);$$

$$\varphi \frac{\partial \theta_2(\varepsilon, Fo_2)}{\partial x} - \varphi_1 \frac{\partial \theta_3(\varepsilon, Fo_3)}{\partial x} = Ko \frac{d\varepsilon}{dFo},$$

где $\varphi = \lambda_1 / \lambda_2$ – относительный коэффициент теплопроводности; $Ko = r / c_2 (T_{30} - T_{10})$ – критерий Коссовича; r – удельная теплота кристаллизации; c – удельная массовая теплоемкость.

Начальные условия для (1) – (3) имеют вид

$$\theta_1(X, 0) = 0; \quad \theta_3(X, 0) = 1.$$

При этом учитываем, что в начальный момент времени плакирующий слой на подложечной поверхности отсутствует, т.е. $\epsilon = 0$.

С учетом приведенных условий однозначности система (1) – (3) представляет собой математическую модель теплообмена при получении плакированных листовых заготовок литейным методом. Система решается численными методами.

Для анализа влияния технологических параметров процесса плакирования на динамику роста плакирующего слоя удобно воспользоваться приближенным аналитическим решением сформулированной задачи. Рассматривая подложку как зону стока теплоты расплава и применив методику, изложенную в [5], получим решение:

$$\theta_2(X_m, Fo_{2m}) = \eta_2 \operatorname{erf} \frac{1}{2\sqrt{Fo_{2m}}}; \quad (4)$$

$$\theta_3(X_m, Fo_{3m}) = \eta_3 \operatorname{erf} \frac{1}{2\sqrt{Fo_{3m}}}; \quad (5)$$

$$X_m = \frac{x-a}{\delta}; \quad Fo_{2m} = \frac{a_2(\tau+b)}{(\delta+e)^2};$$

$$Fo_{3m} = \frac{a_3(\tau+b)}{(\delta+e)^2}; \quad \eta_2 = \frac{1}{\operatorname{erf} \frac{\beta}{2\sqrt{a_2}}};$$

$$\eta_3 = \frac{1}{\operatorname{erfc} \frac{\beta}{2\sqrt{a_3}}},$$

где e, b – параметры, подлежащие расчету в процессе решения задачи; η_1, η_2 – безразмерные коэффициенты интенсивности кристаллизации; β – коэффициент кристаллизации; $\operatorname{erf}(u)$ – функция ошибок Гаусса; $\operatorname{erfc}(u) = 1 - \operatorname{erf}(u)$.

Коэффициент кристаллизации в (4) и (5) найдется из характеристического уравнения

$$Ko_{2m} \eta_2 - Ko_{3m} \eta_3 = 1. \quad (6)$$

Безразмерные комплексы в (6) определяются соотношениями:

$$Ko_{2m} = \frac{2\lambda_2(T_{30} - T_{19})}{r\rho_2\phi_2\beta\sqrt{\pi a_2}}; \quad Ko_{3m} = \frac{2\lambda_3(T_{30} - T_{19})}{r\rho_3\phi_3\beta\sqrt{\pi a_3}},$$

где Ko_{2m}, Ko_{3m} – модифицированный критерий Коссовича для плакирующего слоя и жидкого металла; $\phi_p = \rho_2/\rho_1$ – коэффициент расширения.

Параметры e и b найдутся из условий

$$\frac{e\lambda_1}{\delta\lambda_2} = 1; \quad \frac{a_2b}{\delta^2} = 1.$$

Разработанную математическую модель адаптировали по результатам экспериментальных исследований. Исследования осуществлялись в литейной лаборатории ОАО "Северсталь" и включали моделирование операции намораживания на основу расплава при вертикальном перемещении полосы из углеродистой стали через промежуточную ванну с жидким расплавом. В качестве основы в процессе исследований использовали полосы низкоуглеродистой марки стали (Ст. 3) шириной 150 мм и толщиной 0,5 ... 2,0·10⁻³ м. В качестве плакирующего металла для получения композиции типа "коррозионностойкая - углеродистая - коррозионностойкая сталь" использовали хромоникелевую сталь аустенитного класса 08X18H10T, селективную в процессе предыдущих исследований.

Перед заливкой плакирующего расплава в ванну измеряли температуру жидкой стали. Температура расплава варьировалась в диапазоне 1520 ... 1620 °С. Часть стальных полос проходила предварительный нагрев в методической печи. Температура нагрева основы изменялась в диапазоне 20 ... 200 °С, исходя из данных математического моделирования. Для устранения окисных пленок на поверхности полос проводилось травление металла. В процессе физического моделирования непрерывного "намораживания" металла на основу в ванну с огнеупорным покрытием заливали расплав стали 08X18H10T и после вторичного замера температуры жидкого металла вертикально подавали полосу из низкоуглеродистой стали (марки Ст. 3).

Время выдержки полосы в расплаве изменяли в пределах от первой секунды контакта расплава и основы до полного оплавления ленты. После осуществления процесса намораживания полосы со сформировавшимся антикоррозионным слоем выводили из расплава. Для определения прочностных характеристик проводились механические

испытания образцов, велись металлографические исследования структуры сварного соединения.

Как и в случае математического моделирования, отмечаются две стадии развития процесса намораживания. Увеличение толщины полос повышает уровень значений $H_{пл\ max}$, продолжительность процесса намораживания. Однако при любых $\delta_{осн}$ наблюдается рост значений $H_{пл}$ по мере понижения температуры нагрева расплава. Можно отметить, что по данным физического моделирования продолжительность контакта основы и расплава до полного оплавления замороженного слоя коррелировала с соответствующими значениями, полученными на математической модели.

В ряде случаев общая продолжительность операции намораживания при низких температурах нагрева расплава сокращалась, что объясняется динамикой перемещения ленты при реальном плакировании. Следует отметить, что у заготовок, отобранных на втором этапе плакирования, происходит оплавление покрытия, что особенно заметно у кромок полосы.

Для полного оплавления слоя покрытия при плакировании заготовок в расплаве с рабочими температурами нагрева 1560 ... 1590 °С длительность процесса составляла в среднем 8 – 9 с, для расплава с $T_{ж} = 1570$ °С – порядка 10 с. Для завершения стадии операции плакирования заготовок в расплаве с $T_{ж} = 1540$... 1560 °С необходима более длительная выдержка основы в расплаве. Далее рассматривалось влияние температуры нагрева расплава и основы перед плакированием на динамику роста значений толщины покрытия для выбранных диапазонов $\delta_{осн}$ и $T_{осн}$.

На первом этапе плакирования наблюдается значительное увеличение толщины замороженного слоя покрытия с падением $T_{ж}$, значения $H_{пл\ max}$ при использовании предварительного подогрева основы незначительно ниже величин, полученных при плакировании полос без подогрева, так как существующий в начале процесса термоградиент между полосой и расплавом все же существеннее. В целом плакирование в расплаве "холодных" полос позволяет быстро достичь необходимых $H_{пл\ max}$. В этом случае уменьшается продолжительность технологического цикла, снижаются энергозатраты.

На второй стадии плакирования графические

зависимости носят убывающий характер и общее время выдержки заготовок в расплаве до полного оплавления закристаллизовавшегося покрытия с увеличением температуры предварительного нагрева основы уменьшается.

С целью обобщения полученных результатов влияние продолжительности операции намораживания на динамику роста плакирующего слоя заготовки в рассматриваемом диапазоне температур представлено в безразмерной форме как функция ϵ (Ste_2 , Fo_1). При этом в качестве определяющего фактора принята толщина исходной полосы. Для всех исследуемых значений Ste_2 зависимости носят схожий характер. Можно выделить две стадии развития процесса намораживания.

Первоначальному контакту полосы и расплава отвечает первая стадия процесса плакирования. В этот момент происходит образование сварочной ванны, интенсивный массоперенос на границе раздела фаз, активное намораживание расплава на основу в результате процессов кристаллизации расплава на стальной подложке.

Вторая стадия процесса связана с постепенным сплавлением "первичного" слоя покрытия полосы, причем для каждого значения Ste_2 существует свой диапазон числа Фурье, при котором толщина покрытия достигает максимума и выходит на свой минимум. Дальнейшее увеличение значений Fo приводит к оплавлению полосы или ее полному расплавлению.

Анализ микроструктуры образцов полученных заготовок показал существенный уровень дефектности металла на первой стадии плакирования. Частичная свариваемость сталей на первом этапе имеет место в результате неоптимальных теплофизических условий контакта, его кратковременности, что лимитирует позитивные процессы, связанные с развитием диффузии в переходном слое заготовки и не обеспечивает стабилизацию фазового состояния сплавляемых сталей.

Для образцов, отобранных от заготовок, полученных на второй стадии процесса намораживания, при механических испытаниях на изгиб отмечается отсутствие расслоя между основой и замороженным слоем покрытия, так как на второй стадии плакирования идет подплавление закристаллизовавшегося слоя покрытия, происходит выравнивание температурного градиента по сечению

заготовки. Температура нагрева замороженного слоя близка к подсолидусным значениям температуры расплава и поддерживается постоянным тепловым потоком. Это способствует повышению однородности получаемой структуры аустенита покрытия, измельчает ее первичную дендритную структуру, снижает рост зерна аустенита, хотя существует и возможность частичного расширения перлитной зоны со стороны основы.

Список литературы

1. Гончарский А.А., Лепехин А.А. Теплообмен при формировании коррозионностойкого покрытия на холоднокатаной ленте // Известия вузов. Черная металлургия. - 1993. - № 9-10. - С. 76-77.
2. Лепехин А.А., Шестаков Н.И., Гарбер Э.А. Исследование процессов формирования коррозионностойкого покрытия на холоднокатаной сталь-

ной ленте // Известия вузов. Черная металлургия. - 1991. - № 7. - С. 108 - 109.

3. Лепехин А.А., Шестаков Н.И., Окунева Т.А. Математическое моделирование тепловых процессов при намораживании жидкого металла на стальную ленту // Информационные технологии в производственных, социальных и экономических процессах: Материалы II Международной научной конференции. - Череповец: ЧГУ, 1999. - С. 87-89.

4. Лепехин А.А., Шестаков Н.И., Окунева Т.А. Распределение температурного поля ленты и расплава при осуществлении операции литейного плакирования // Информационные технологии в производственных, социальных и экономических процессах: Материалы II Международной научной конференции. - Череповец: ЧГУ, 1999. - С. 89-90.

Шестаков Н.И. Тепловые процессы при непрерывной разливке стали. - М.: Черметинформация, 1992. - 268 с.

Раздел IV

МЕТАЛЛУРГИЯ

УДК 681.383

О.Г. Ганичева, Е.В. Еришов, В.В. Селивановских
Череповецкий государственный университет

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕНА В СПЕКАЕМОМ СЛОЕ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ЗАЖИГАНИЯ АГЛОМЕРАЦИОННОЙ ШИХТЫ

Основным этапом в технологии получения агломерата является спекание подготовленной шихты. Процесс агломерации состоит из нескольких этапов, каждый из которых оказывает свое действие на спекаемый слой. Процесс спекания в слое происходит с образованием подвижных зон, которые передвигаются, в зависимости от протекающих в них физико-химических реакций, в результате развития высоких температур при просасывании наружного воздуха и горении углерода топлива в слое шихты.

Условно структуру спекаемого слоя можно представить в следующем виде:



Зона горения 2 постепенно продвигается сверху вниз до колосниковой решетки.

По мере выгорания топлива зоны 2, 3 и 4 перемещаются вниз, оставаясь небольшими по высоте. При этом зона 5 уменьшается, а зона 1 увеличивается. Таким образом, в процессе выгорания топлива и перемещения всех зон сверху вниз в верхней части шихты образуется слой готового агломерата. Этот слой охлаждается наружным воздухом, что несколько увеличивает прочность агломерата.

Особое внимание необходимо уделять качеству зажигания шихты.

Если рассмотреть физические свойства агломерата по высоте спекаемого слоя, то видно, что его прочность возрастает сверху вниз. Топливо шихты нагревается и воспламеняется под воздействием газов, образующихся при зажигании, на которые оказывается тепловое воздействие.

Недостаточное количество тепла при зажигании ведет к плохому спеканию верхнего слоя пирога агломерата. Наоборот, интенсивное зажигание приводит к оплавлению верхнего слоя шихты,

что, в свою очередь, затрудняет горение топлива и снижает вертикальную скорость спекания. Таким образом, прочность верхнего слоя пирога агломерата, помимо прочих факторов, зависит от интенсивности зажигания, т. е. количества тепла, необходимого для формирования агломерата.

Полная интенсивность зажигания определяется соотношением

$$I = \frac{Q_{\text{зж}}}{P} \cdot \tau = \frac{Q_{\text{зж}}}{60 \cdot B \cdot H \cdot S' \cdot \gamma \cdot K} \cdot \tau,$$

где P , т/ч — часовая производительность аглоленты, зависящая от высоты (H , м) и ширины (B , м) спекаемого слоя, насыпной массы шихты (γ , т/м³), выхода годного агломерата (K , т/т) и скорости движения паллет (S' , м/мин); Q — часовой приход тепла под зажигательным горном; τ , мин — время пребывания паллет под горном.

Из этого соотношения видно, что равная интенсивность зажигания может быть достигнута при разных сочетаниях параметров H , S' , γ , K . При определенных допущениях можно дать формальное описание процесса теплообмена в слое агломерационной шихты.

С учетом принятых допущений задача теплообмена в спекаемом слое может быть записана как система дифференциальных уравнений в частных производных:

$$\begin{cases} \frac{\delta t_M}{\delta \tau} c_M \rho_{\text{вск}} = \alpha_r (f_r - f_M) + a \cdot q_r, \\ -c_r \rho_r \left(\omega_r \frac{\delta t_r}{\delta y} + E \frac{\delta t_r}{\delta \tau} \right) = \alpha_r (t_r - t_M), \end{cases}$$

где q_r — источник тепла в слое, кВт/м³; ω_r — средняя скорость газа, м/с; E — порозность слоя; c_M , c_r — теплоемкость газа и материала, кДж/(кг °С); α_r — суммарный объемный коэффициент теплообмена, кВт/(м³ °С); a — коэффициент горения

твердого топлива в слое: $a = 1$ в зоне горения, $a = 0$ в зоне исходной шихты и агломерата;

$$q_r = \frac{Q_{\text{эф}} B_c + Q_{\text{ф-х}}}{\tau_{\text{гор}}},$$

где $Q_{\text{эф}}$ — эффективная теплота сгорания топлива, кДж/м³; B_c — начальная концентрация топлива в слое шихты, м³/м³; $Q_{\text{ф-х}}$ — теплота физико-химических реакций, кДж/м³; $\tau_{\text{гор}}$ — время выгорания топлива в элементарном слое dy , с; f_r, f_M — удельная поверхность газа и материала, м²/м³; t_r, t_M — температура газа и материала, °С.

Определив начальные и граничные условия для данной системы и применив численные методы решения дифференциальных уравнений, можно заменить частные производные $\frac{\delta t_M}{\delta \tau}$, $\frac{\delta t_r}{\delta y}$, $\frac{\delta t_r}{\delta \tau}$ на

приближенные выражения. Используя обновленную систему уравнений, можно проанализировать распределение температуры газа и материала в слое.

Такая модель учитывает связь агломерационного процесса с реальными внешними условиями, такими как средняя температура под зажигательным горном, начальная температура шихты, температура воздуха. В то же время модель применима для теоретических исследований влияния различных факторов (таких как высота слоя, скорость воздуха) на температурное поле в слое готового агломерата на завершающем этапе процесса спекания. Кроме того, данная модель позволяет получить распределение температурного поля на поверхности спекаемого слоя. Активную роль в этом играет интенсивность зажигания, управление которым обеспечивает оптимальное начало процесса спекания.

УДК 669.18:621.746.047

З.К. Кабаков, Д.И. Габелая
Череповецкий государственный университет

СПОСОБ УЧЕТА ПЕРЕГРЕВА ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ПРОЦЕССА ЗАТВЕРДЕВАНИЯ И ОХЛАЖДЕНИЯ НЕПРЕРЫВНОГО СЛИТКА

Большинство современных математических моделей, используемых при разработке режимов

охлаждения непрерывнолитых заготовок, достаточно точно описывают тепловые процессы, про-

текающие при разливке стали на МНЛЗ. В их основе, как правило, лежит постановка задачи затвердевания, которая описывается уравнением теплопроводности следующего вида [2], [4]:

$$c_{\text{эфф}} \rho \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\lambda \frac{\partial T}{\partial y} \right),$$

где $0 \leq x \leq A$; $0 \leq y \leq B$; A и B – половина ширины и толщины слитка; $c_{\text{эфф}}$ – эффективная теплоемкость [2]; ρ – плотность стали; λ – коэффициент теплопроводности стали, зависящий от температуры.

Обычно при моделировании процесса затвердевания и охлаждения непрерывного слитка начальное распределение температуры на мениске задается постоянным [2], [4] либо параболическим [3]. Однако подобные способы учета перегрева не соответствуют действительности. Как показывают экспериментальные исследования [2], температура на мениске постоянна и равна температуре ликвидуса, а тепло перегрева распределяется в области действия разливочной струи.

Для решения задачи затвердевания с учетом вышеизложенного уравнение теплопроводности представим в виде

$$c_{\text{эфф}} \rho \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\lambda \frac{\partial T}{\partial y} \right) + \Theta, \quad (1)$$

где Θ – источник тепла, поступающего в слиток со струей перегретого металла.

Примем допущение, что перегретый металл, подаваемый из разливочного стакана, распределяется в известной области жидкой части слитка, расположение и протяженность которой определяются в зависимости от типа используемого стакана (см. рис. 1). Допустим также, что поступление тепла перегрева в эту область можно описать формулой

$$\Theta = K \cdot \varphi(x, y, z), \quad (2)$$

где

$$\varphi(x, y, z) = P(z) \cdot \left(1 - \left| \frac{x}{l_x} \right| \right)^{n_x} \cdot \left(1 - \left| \frac{y}{l_y} \right| \right)^{n_y}, \quad (3)$$

$$-l_x \leq x \leq l_x; \quad -l_y \leq y \leq l_y;$$

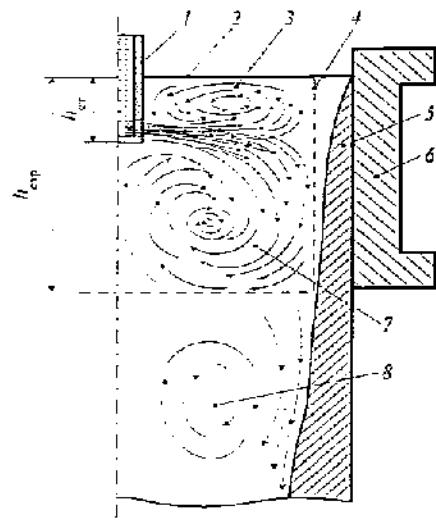


Рис. 1. Схема конвективных потоков в непрерывном слитке:

1 – погружной стакан; 2 – уровень мениска металла; 3 – жидкая сталь; 4 – область действия разливочной струи; 5 – затвердевшая корочка; 6 – кристаллизатор; 7 – зона циркуляции и термоконвекции; 8 – зона термоконвекции; $h_{\text{гр}}$ – глубина погружения стакана; $h_{\text{пр}}$ – глубина проникновения струи в расплав

$$P(z) = \begin{cases} \left(1 + \frac{z}{l_{z_1}} \right)^{n_{z_1}}, & -l_{z_1} \leq z \leq 0; \\ \left(1 - \frac{z}{l_{z_2}} \right)^{n_{z_2}}, & 0 \leq z \leq l_{z_2}. \end{cases}$$

Геометрические параметры области источника показаны на рис. 2.

Пример графического изображения функции (3) в системе координат (рис. 2) показан на рис. 3. На рис. 3а изображен вид функции φ в продольном сечении области действия струи при $y = 0$; $n_x = 0,1$; $l_x = 1$; $l_{z_1} = 0,3$; $l_{z_2} = 1$; $n_{z_1} = 0,1$; $n_{z_2} = 0,5$.

На рис. 3б представлено поле изолиний функции (3), а на рис. 3в – график функции $P(z)$.

Вид функции (3) выбран таким образом, чтобы максимально близко описать известные представления об объеме, в котором затухает струйное движение, и о распределении температуры металла в этом объеме. При выборе параметров функции учтено, что перегрев на мениске отсутствует, максимальное значение перегрева наблюдается в

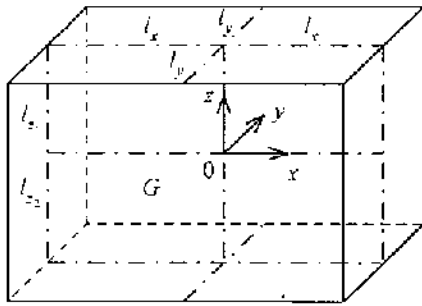


Рис. 2. Область действия струи

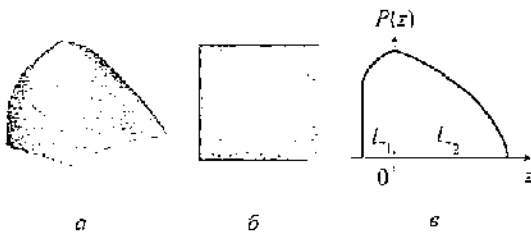


Рис. 3. Вид функции источника перегрева (а), линии уровня функции (3) (б) и график функции $P(z)$ (в)

зоне выхода разливочных струй из отверстий погружного стакана, и к концу зоны источник прекращает свое действие. Следует отметить, что варьирование параметров функции (3) позволяет создать любой вид источника тепла перегрева в объеме затухания струйного движения.

Значение неизвестного коэффициента K в выражении (2) определим из условия, что мощность источника тепла соответствует количеству тепла перегрева, поступающего со струей металла в слиток.

Количество тепла, поступающего в слиток с жидким металлом в единицу времени, определяется следующим образом:

$$Q = c \cdot \rho \cdot \Delta T \cdot v \cdot 2A \cdot 2B, \quad (4)$$

где ΔT – перегрев над температурой ликвидуса; v – скорость литья.

Мощность источника определим, интегрируя формулу (3) по области G (рис. 2):

$$Q = \int_G \Theta \, dx \, dy \, dz. \quad (5)$$

Приравнявая (4) и (5), получим

$$\int_G \Theta \, dx \, dy \, dz = c \cdot \rho \cdot \Delta T \cdot v \cdot 2A \cdot 2B,$$

откуда

$$K = \frac{c \cdot \rho \cdot \Delta T \cdot v \cdot 2A \cdot 2B}{\int_G \Theta \, dx \, dy \, dz}.$$

После интегрирования получим

$$K = \frac{c \cdot \rho \cdot \Delta T \cdot v \cdot A \cdot B}{l_x l_y \left(\frac{l_{z1}}{n_x + 1} + \frac{l_{z2}}{n_x + 1} \right)}.$$

Разработанный способ учета тепла перегрева, в отличие от известных, позволяет корректно учитывать снятие перегрева при моделировании процессов затвердевания и охлаждения слябов. Усовершенствованная модель позволяет изучать влияние расположения и типа используемого погружного стакана на параметры теплообмена между слитком и кристаллизатором МНЛЗ.

Список литературы

1. Кабаков З.К., Габелая Д.И. Математическая модель затвердевания и охлаждения непрерывного слитка прямоугольного сечения // Повышение эффективности теплообменных процессов и систем: Материалы II Межд. научно-техн. конф. – Вологда: ВоГТУ, 2000. – С. 131–133.
2. К вопросу о выборе защиты термопар при температурных измерениях в непрерывном слитке / Горяинов В.А., Емельянов В.А., Ермаков О.Н. и др. // Непрерывное литье стали: Сборник. – М.: Металлургия, 1978. – Вып. 5. – С. 115–120.
3. Применение математических моделей для исследования процессов затвердевания и охлаждения непрерывных стальных слитков прямоугольного поперечного сечения / Самойлович Ю.А., Кабаков З.К., Горяинов В.А. и др. // Непрерывная разливка стали: Сборник. – М.: Металлургия, 1974. – Вып. 2. – С. 44–49.
4. Тепловые процессы при непрерывном литье стали / Самойлович Ю.А., Горяинов В.А., Крулевецкий С.А., Кабаков З.К. – М.: Металлургия, 1982. – 152 с.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ ОТ СЛИТКА К КРИСТАЛЛИЗАТОРУ ПРИ НЕПРЕРЫВНОЙ РАЗЛИВКЕ СТАЛИ

При построении математических моделей процесса теплопроводности в непрерывнолитых заготовках в районе кристаллизатора обычно используют одно из трех видов граничных условий:

1) на поверхности слитка задается известное из экспериментов изменение температуры поверхности слитка по высоте кристаллизатора [2], [5];

2) в качестве граничного условия используется распределение удельного теплового потока по высоте кристаллизатора, установленное в результате прямых или косвенных экспериментальных исследований [4], [8];

3) теплоотдача от поверхности слитка в кристаллизаторе описывается законом Ньютона с заданным коэффициентом теплоотдачи [6].

Использование того или иного условия зависит от возможностей измерения параметров теплообмена на поверхности слитка в кристаллизаторе МНЛЗ. Следует отметить, что результаты моделирования при использовании первых двух граничных условий имеют меньшую общность, так как ограничены рамками конкретных условий измерения температуры поверхности слитка и теплового потока. Граничные условия третьего рода позволяют более точно описать реальный процесс теплоотвода от слитка в кристаллизаторе.

Дальнейшее развитие математического описания теплообмена между слитком и кристаллизатором с использованием граничных условий третьего вида получено в работах [3], [4], в которых выполнено уточнение коэффициента теплоотдачи от поверхности слитка к воде кристаллизатора. В данной работе этот процесс уточнения продолжен с учетом новых представлений о закономерностях теплообмена в кристаллизаторе.

Положим, что поток тепла от поверхности слитка проходит через зазор, заполненный неравномерно по высоте кристаллизатора шлаком, далее, через медную стенку — к охлаждающей воде (рис. 1).

Теплопередача в зазоре осуществляется излучением и теплопроводностью через свободный от шлака зазор и теплопроводностью через шлаковые прослойки.

Считаем, что распределение доли шлаковых прослоек в зазоре между слитком и кристаллизатором удовлетворяет уравнению связи уровня, которое установлено в результате экспериментальных исследований [1], и описывается функцией (рис. 2) $\varphi = a e^{-bt}$, где a и b — эмпирические коэффициенты; t — время.

Запишем выражения для расчета потока на каждом участке (рис. 1):

1. Зазор:

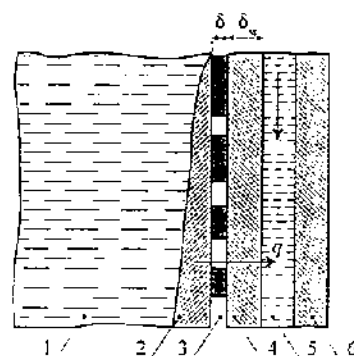


Рис. 1. Схема к расчету теплопередачи в кристаллизаторе: 1 — жидкая сталь; 2 — затвердевающая корка; 3 — зазор, частично заполненный шлаком; 4 — медная стенка; 5 — охлаждающая вода; 6 — кристаллизатор; q — удельный тепловой поток от поверхности слитка; δ — величина зазора; δ_m — толщина медной стенки

$$q = q_1 \varphi + (1 - \varphi) q_2, \quad (1)$$

$$\text{где } q_1 = \frac{\lambda_{ш}}{\delta} (T_{\text{поверх}} - T_{\text{ш}}); \quad q_2 = q_r + q_w;$$

$$q_r = \frac{\lambda_r}{\delta} (T_{\text{поверх}} - T_{\text{ш}}); \quad q_w = \sigma_0 \varepsilon_{\Sigma} (T_{\text{поверх}}^4 - T_{\text{ш}}^4);$$

$$\epsilon_{\Sigma} = \frac{1}{\frac{1}{\epsilon_{\text{пов}}} + \frac{1}{\epsilon_{\text{м}}} - 1}$$

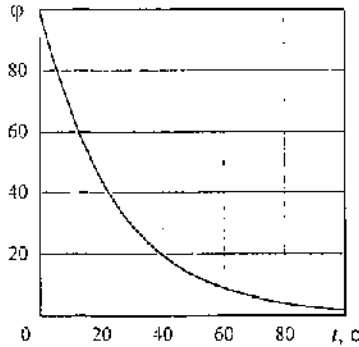


Рис. 2. Изменение величины связи уровня в кристаллизаторе МНЛЗ

Подставляя q_1 и q_2 в выражение (1), получим

$$q = \left[\varphi \frac{\lambda_{\text{ш}}}{\delta} + (1 - \varphi) \left(\alpha_{\text{г}} + \frac{\lambda_{\text{г}}}{\delta} \right) \right] (T_{\text{пов}} - T_{\text{м}}), \quad (2)$$

где $\alpha_{\text{н}} = \sigma_0 \epsilon_{\Sigma} (T_{\text{пов}}^2 + T_{\text{м}}^2) (T_{\text{пов}} + T_{\text{м}})$.

2. Медная стенка:

$$q = \frac{\lambda_{\text{м}}}{\delta_{\text{м}}} (T_{\text{пов}} - T_{\text{н.в}}). \quad (3)$$

3. Граница «медь – вода»:

$$q = \alpha_{\text{в}} (T_{\text{н.в}} - T_{\text{в}}). \quad (4)$$

Здесь q_1 – поток тепла через слой шлака; $\lambda_{\text{ш}}$ – теплопроводность шлака; δ – величина зазора; $T_{\text{пов}}$ и $T_{\text{м}}$ – температуры поверхности слитка и рабочей (медной) стенки кристаллизатора; q_2 – суммарный поток тепла в газовом зазоре; $q_{\text{г}}$ – поток тепла через слой газа; $q_{\text{н}}$ – поток тепла излучением через слой газа; $\lambda_{\text{г}}$ – теплопроводность газа; ϵ_{Σ} – приведенная степень черноты между параллельными стенками; $\epsilon_{\text{пов}}$ и $\epsilon_{\text{м}}$ – степень черноты поверхности слитка и рабочей стенки кристаллизатора; $\alpha_{\text{н}}$ – эффективный коэффициент теплопередачи излучением; σ_0 – коэффициент излучения абсолютно черного тела; $\lambda_{\text{м}}$ – теплопроводность меди; $\delta_{\text{м}}$ – толщина медной стенки; $T_{\text{н.в}}$ – температура поверхности стенки кристаллизатора со стороны во-

ды; $T_{\text{в}}$ – температура охлаждающей воды; $\alpha_{\text{в}}$ – коэффициент теплоотдачи к воде.

Выражая разность температур из уравнений (2)–(4) и складывая отдельно правые и левые части, получим:

$$\frac{q}{\varphi \frac{\lambda_{\text{ш}}}{\delta} + (1 - \varphi) \left(\alpha_{\text{г}} + \frac{\lambda_{\text{г}}}{\delta} \right)} + \frac{q}{\lambda_{\text{м}}} + \frac{q}{\alpha_{\text{в}}} = T_{\text{пов}} - T_{\text{в}}.$$

Окончательно поток тепла от слитка определяется формулой

$$q = \alpha (T_{\text{пов}} - T_{\text{в}}),$$

где

$$\alpha = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{\text{н}}} + \frac{\delta_{\text{м}}}{\lambda_{\text{м}}} + \frac{1}{(1 - \varphi) \left(\alpha_{\text{г}} + \frac{\lambda_{\text{г}}}{\delta} \right) + \varphi \frac{\lambda_{\text{ш}}}{\delta}}};$$

$$\alpha_{\text{н}} = \sigma_0 \epsilon_{\Sigma} (T_{\text{пов}}^2 + T_{\text{м}}^2) (T_{\text{пов}} + T_{\text{м}});$$

$$T_{\text{м}} = T_{\text{в}} + q \left(\frac{\delta_{\text{м}}}{\lambda_{\text{м}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} \right).$$

В итоге граничное условие на поверхности слитка в кристаллизаторе принимает вид

$$q = -\lambda \frac{\partial T}{\partial x} = \alpha (T_{\text{н}} - T_{\text{в}}).$$

Отличие подобного подхода к математическому описанию теплопередачи в кристаллизаторе МНЛЗ от известных состоит в том, что более ранние способы учитывают долю контакта слитка и стенки кристаллизатора без учета шлаковой прослойки [7]. Также разработанное описание позволяет исследовать влияние процесса перемешивания жидкого ядра непрерывного слитка на параметры теплообмена. Таким образом, описанный в данной работе подход позволяет наиболее точно математически описать физические процессы теплоотдачи от слитка к кристаллизатору МНЛЗ.

Список литературы

1. Акименко А. Д., Григорьев Д. К., Скворцов А. А. Влияние связи уровня на теплопередачу в кристаллизаторах УНРС // Известия вузов. Черная металлургия. – 1972. – № 7. – С. 165–167.

2. Дембовский В.В., Яценко А.А. Численное моделирование процесса затвердевания заготовки в графитовом кристаллизаторе // Известия вузов. Черная металлургия. — 1987. — № 2. — С. 78–79.

3. Емельянов В.А. Тепловая работа машин непрерывного литья заготовок: Учеб. пособие для вузов. — М.: Металлургия, 1988. — 143 с.

4. Исследование тепловой работы радиальных кристаллизаторов МНЛЗ / Елизаров Б.Л., Сладкоштанов В.Т., Андреев О.Н. и др. // Теплофизика стального слитка. — Киев, 1980. — С. 151–153.

5. Кобелев В.А., Хорев В.Н., Токмаков А.А. Температура поверхности слитка под кристаллизатором УНРС // Проблемы стального слитка: Сборник. — М.: Металлургия, 1974. — С. 626–630.

6. Применение математических моделей для исследования процессов затвердевания и охлаждения непрерывных стальных слитков прямоугольного поперечного сечения / Самойлович Ю.А., Кабаков З.К., Горяинов В.А. и др. // Непрерывная разливка стали: Сборник. — М.: Металлургия, 1974. — Вып. 2. — С. 44–49.

7. Тепловые процессы при непрерывном литье стали / Самойлович Ю.А., Горяинов В.А., Крулевецкий С.А., Кабаков З.К. — М.: Металлургия, 1982. — 152 с.

8. Теплопередача в зазорах кристаллизаторов МНЛЗ / Акименко А.Д., Григорьев Д.К., Гирский В.Е., Перминов В.П. // Проблемы стального слитка: Сборник. — М.: Металлургия, 1976. — С. 352–355.

УДК 621.746.5

З.К. Кабаков, Н.Н. Синицын, В.В. Кошелев
Череповецкий государственный университет

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЕСТЕСТВЕННОЙ КОНВЕКЦИИ ВОЗДУХА В ЗАЗОРЕ МЕЖДУ СЛИТКОМ И ИЗЛОЖНИЦЕЙ

Разливка стали и ее затвердевание являются важнейшими этапами при получении качественного слитка. Именно при затвердевании происходит формирование кристаллической структуры слитка, возникновение химической и физической неоднородности и других дефектов слитка. Для того, чтобы слиток получился высокого качества — плотный, однородный, мелкозернистый, — необходимо уметь управлять процессом затвердевания металла в изложнице. На практике с целью улучшения качества применяется множество способов воздействия на затвердевающий металл. Одним из них является интенсификация теплоотдачи от слитка к окружающей среде, к изложнице.

В литературе встречаются изобретения, посвященные новой конструкции оборудования для разливки стали в слитки с целью совершенствования технологии разливки и получения качественного металла. Особенность конструкции заключается в том, что поддон имеет щелевидный зазор по периметру слитка. Изложница интенсивно поглощает теплоту и расширяется, в результате чего зазор между слитком и изложницей совпадает с зазором в поддоне.

Воздух нагревается от слитка и изложницы за

счет молекулярной теплопроводности. Нагрев воздуха от излучения незначителен. Плотность воздуха уменьшается, и он всплывает. Одновременно снизу заходят новые порции воздуха. Затем процесс стабилизируется и становится стационарным.

С целью изучения теплообмена в зазоре между слитком и изложницей разработана математическая модель естественной конвекции воздуха в зазоре между слитком и изложницей.

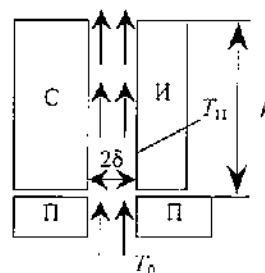


Рис. 1. Конвекция воздуха в зазоре между слитком и изложницей:

С — слиток; И — изложница; П — поддон; h — высота изложницы; 2δ — толщина зазора; T_0 — начальная температура воздуха; T_p — температура поверхности

На рис. 1 приведена схема конвекции воздуха в зазоре между слитком и изложницей.

При разработке модели использован интегральный метод Кармана для изучения естественной конвекции у плоской стенки.

На рис. 2 приведена схема процесса к выводу основных уравнений.

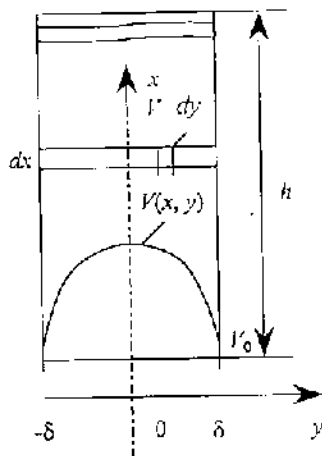


Рис. 2. Схема к расчету процесса естественной конвекции в зазоре между слитком и изложницей: δ – толщина зазора; V_0 – начальная скорость воздуха; V – скорость воздуха в момент времени t ; h – высота изложницы

Подъемная сила, действующая на единицу объема, равна: $g\beta\rho(T - T_0)dy$, где g – ускорение свободного падения; β – коэффициент температурного расширения; ρ – плотность воздуха; T_0 , T – начальная температура воздуха и температура воздуха в момент времени t .

Сила, действующая на элементарный слой, составит $\int_0^\delta [g\beta\rho(T - T_0)] dx$.

Импульс в направлении x на единицу объема равен $(\rho v dy)v$, где v – скорость подъема воздуха.

Поэтому разность импульсов вытекающего и втекающего потоков равна

$$\frac{d}{dx} \int_0^\delta [\rho v^2 dy] dx$$

Сила трения на поверхности направлена вниз, следовательно, для газа с постоянными физическими свойствами баланс сил и импульсов записывается в виде

$$\frac{d}{dx} \left[\int_0^\delta v_x^2 dy \right] = g\beta \int_0^\delta \theta dy + \frac{\mu}{\rho} \left(\frac{dv}{dy} \right)_{y=\delta}, \quad (1)$$

где $\theta = T - T_0$.

Принимаем распределение скорости газа известным по форме:

$$v = v_1 \left[1 - (y/\delta)^2 \right]. \quad (2)$$

Путем интегрирования (1) с учетом (2) получим

$$\frac{dv}{dx} = \frac{5}{v} \left[\frac{3g\beta}{2} (T - T_0) - \frac{3v\mu_1}{\delta^2} \right], \quad (3)$$

где v – кинематическая вязкость.

Уравнение (3) проинтегрировано численным методом Эйлера при начальных условиях

$$T|_{x=0} = T_0, \quad v|_{x=0} = v_0.$$

Учитывая, что температура воздуха в зазоре стабилизируется за достаточно короткий промежуток времени, в работе принято допущение, что данная температура равна температуре поверхности стенки зазора.

На рис. 3 представлена зависимость скорости потока воздуха (V_K) на выходе из щели в зависимости от величины зазора l_3 при начальной скорости потока воздуха (V_0), равной 0,05 м/мин, и температуре поверхности слитка (T_n) 1100 °С.

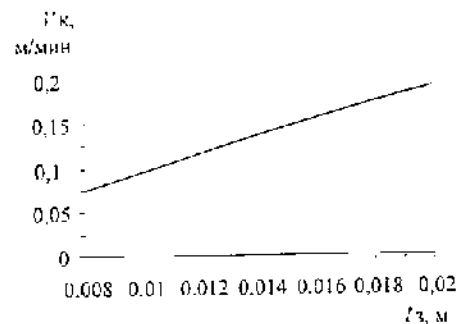


Рис. 3. Зависимость скорости потока воздуха (V_K) на выходе из щели в зависимости от величины зазора l_3

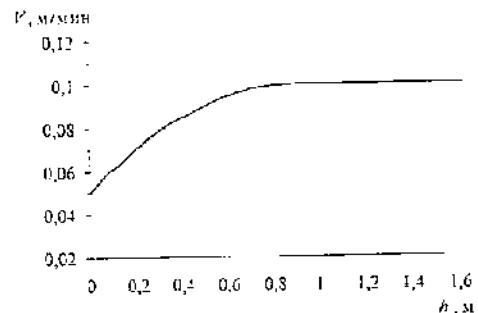


Рис. 4. Распределение скорости потока воздуха по высоте зазора

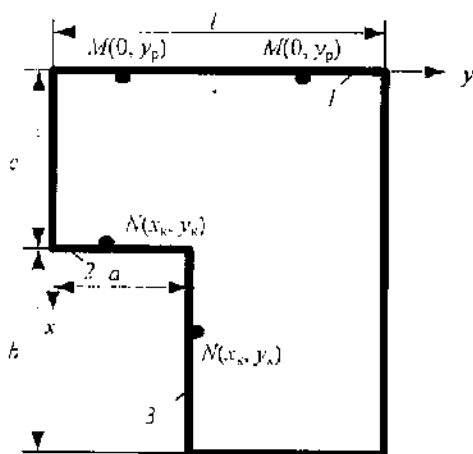
На рис. 4 представлено распределение скорости потока воздуха по высоте зазора при начальной скорости потока воздуха $V_0 = 0,05$ м/мин, величине зазора $l_3 = 0,01$ м и температуре поверхности слитка $T_n = 1100$ °С.

УДК 669.02/09

Ю.А. Калягин, Н.И. Шестаков, О.В. Манько
Череповецкий государственный университет

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ В РАБОЧЕЙ СТЕНКЕ КРИСТАЛЛИЗАТОРА МНЛЗ

Расчетные зависимости для определения величины термического сопротивления рабочей стенки кристаллизатора, оснащенного каналами круглой, прямоугольной и сегментной формы, даны в [1]. Однако ввиду громоздкости известных соотношений необходимо получить расчетные зависимости, более приемлемые для инженерных расчетов. Рассмотрим рабочую стенку, оснащенную каналами прямоугольной формы (см. рисунок). Для получения расчетной зависимости найдем среднинегратральное расстояние, которое проходит тепловой поток от рабочей поверхности стенки к поверхности охлаждающего канала. Обозначим:



Рабочая стенка кристаллизатора, оснащенного каналами прямоугольной формы (расчетная схема); 1 – рабочая поверхность стенки; 2, 3 – поверхность охлаждающих каналов

$M(0, y_p)$ – произвольная точка на рабочей поверхности стенки 1; $N(x_k, y_k)$ – произвольная точка на поверхности каналов 2 и 3. Пусть расстояние

Разработанная математическая модель естественной конвекции воздуха в зазоре между слитком и изложницей позволяет изучить распределение скорости воздуха в зазоре, а также определить тепловые потоки от слитка и изложницы.

между этими двумя точками равно некоторой величине β . Найдем это расстояние.

Рассмотрим разные частные случаи:

1. $a \leq y_p \leq l; x_k = c; 0 \leq y_k \leq a:$

$$\beta_1 = \sqrt{(y_p - y_k)^2 + c^2}. \quad (1)$$

2. $0 \leq y_p \leq a; x_k = c; 0 \leq y_k \leq a: \beta_2 = c. \quad (2)$

3. $a \leq y_p \leq l; c \leq x_k \leq b + c; y_k = a:$

$$\beta_3 = \sqrt{(y_p - a)^2 + x_k^2}. \quad (3)$$

Соотношения (1) – (3) получены из геометрических соображений. Найдем среднинегратральное значение величин β_1 и β_3 :

$$\beta_1 = \frac{1}{a(l-a)} \int_0^a dy_k \int_a^l \sqrt{(y_p - y_k)^2 + c^2} dy_p; \quad (4)$$

$$\bar{\beta}_3 = \frac{1}{b(l-a)} \int_c^{b+c} dx_k \int_a^l \sqrt{(y_p - a)^2 + x_k^2} dy_p. \quad (5)$$

Выражения (4), (5) содержат двойной интеграл от иррациональной функции вида

$$\varphi(u) = \sqrt{(u-m)^2 + n^2}.$$

Покажем, как вычисляется этот интеграл. Воспользуемся тригонометрической подстановкой: $u-m = n \cdot \sin t$. Тогда $du = n \cdot \cos t dt$,

$$\int \varphi(u) du = \int \sqrt{(u-m)^2 + n^2} du = n^2 \int \cos^2 t dt. \quad (6)$$

Из тригонометрии известно, что

$$\cos^2 t = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cos 2t.$$

Тогда

$$\int \varphi(u) du = n^2 \left(\frac{1}{2} t + \frac{1}{4} \sin 2t \right) + c_1, \quad (7)$$

где c_1 в данном случае – постоянная интегрирования.

Из (7) следует, что

$$t = \arcsin \left(\frac{u-m}{n} \right). \quad (8)$$

Делая тригонометрическую замену $\sin 2t = 2 \sin t \cos t = 2 \sin t \sqrt{1 - \sin^2 t}$ и учитывая (8), представим выражение (6) в виде

$$\begin{aligned} \int \varphi(u) du &= \\ &= n^2 \left(\frac{1}{2} \arcsin \frac{u-m}{n} + \frac{1}{2} \frac{u-m}{n} \sqrt{1 - \left(\frac{u-m}{n} \right)^2} \right) + c_1 = \\ &= \frac{n^2}{2} \left(\arcsin \frac{u-m}{n} + \frac{u-m}{n^2} \sqrt{n^2 - (u-m)^2} \right) + c_1. \quad (9) \end{aligned}$$

Вспользуемся полученным решением (9) для вычисления интегралов, содержащихся в (4), (5). Имеем:

$$\begin{aligned} \int \Phi_1(u) du &= \int_a^l \int \sqrt{(y_p - y_k)^2 + c^2} dy_p = \\ &= \frac{c^2}{2} \left(\arcsin \frac{y_p - y_k}{c} + \frac{y_p - y_k}{c^2} \sqrt{c^2 - (y_p - y_k)^2} \right) \Big|_a^l. \end{aligned}$$

В соответствии с формулой Пьютона - Лейбница запишем:

$$\begin{aligned} \int_a^l \Phi_1(u) du &= \frac{c^2}{2} \times \\ &\times \left(\arcsin \frac{l - y_k}{c} + \frac{l - y_k}{c^2} \sqrt{c^2 - (l - y_k)^2} - \right. \\ &\left. - \arcsin \frac{a - y_k}{c} - \frac{a - y_k}{c^2} \sqrt{c^2 - (a - y_k)^2} \right). \quad (10) \end{aligned}$$

Аналогично:

$$\begin{aligned} \int_a^{l-a} \Phi_3(u) du &= \int_a^{l-a} \sqrt{(y_p - a)^2 + x_k^2} dy_p = \\ &= \frac{x_k^2}{2} \left(\arcsin \frac{y_p - a}{x_k} + \frac{y_p - a}{x_k^2} \sqrt{x_k^2 - (y_p - a)^2} \right) \Big|_a^l = \\ &= \frac{x_k^2}{2} \left(\arcsin \frac{l-a}{x_k} + \frac{l-a}{x_k^2} \sqrt{x_k^2 - (l-a)^2} \right). \quad (11) \end{aligned}$$

Выражения (4), (5) с учетом (10), (11) примут вид

$$\begin{aligned} \bar{\beta}_1 &= \frac{c^2}{2al} \int_0^a \left(\arcsin \frac{l - y_k}{c} + \frac{l - y_k}{c^2} \sqrt{c^2 - (l - y_k)^2} - \right. \\ &\left. - \arcsin \frac{a - y_k}{c} - \frac{a - y_k}{c^2} \sqrt{c^2 - (a - y_k)^2} \right) dy_k; \quad (12) \end{aligned}$$

$$\bar{\beta}_3 = \frac{1}{2b(l-a)} \times$$

$$\times \int_c^{b+c} \left(x_k^2 \arcsin \frac{l-a}{x_k} + (l-a) \sqrt{x_k^2 - (l-a)^2} \right) dx_k. \quad (13)$$

Проинтегрируем полученные соотношения. Обозначим

$$\psi_1(v_1) = \int_0^a \arcsin \frac{l - y_k}{c} dy_k. \quad (14)$$

Введем подстановку:

$$t = \frac{l - y_k}{c}; \quad dt = -\frac{1}{c} dy_k; \quad dy_k = -c dt. \quad \text{При } y_k = 0$$

$$t = \frac{l}{c}, \quad \text{при } y_k = a \quad t = \frac{l-a}{c}. \quad \text{Тогда}$$

$$\psi_1(v_1) = -c \int_{\frac{l}{c}}^{\frac{l-a}{c}} \arcsin t dt. \quad (15)$$

Вспользуемся способом интегрирования по частям: $\int u dv = uv - \int v du$. В нашем случае

$$u = \arcsin t; \quad dt = dv; \quad du = \frac{dt}{\sqrt{1-t^2}}; \quad t = v;$$

$$\int \arcsin t \, dt = t \arcsin t - \int \frac{t \, dt}{\sqrt{1-t^2}}.$$

Обозначим $1-t^2 = z$. Тогда $dz = -2t \, dt$;

$$\int \frac{t \, dt}{\sqrt{1-t^2}} = -\frac{1}{2} \int \frac{dz}{\sqrt{z}} = -\sqrt{z} = -\sqrt{1-t^2}.$$

Тогда интеграл (14) с учетом (15) примет вид

$$\begin{aligned} \Psi_1(v_1) &= -c \left[t \arcsin t + \sqrt{1-t^2} \right] \Big|_{\frac{l-a}{c}}^{\frac{l-a}{c}} = \\ &= -c \left[\frac{l-a}{c} \arcsin \frac{l-a}{c} + \frac{1}{c} \sqrt{c^2 - (l-a)^2} - \right. \\ &\quad \left. - \frac{l}{c} \arcsin \frac{l}{c} - \frac{1}{c} \sqrt{c^2 - l^2} \right] = \\ &= l \arcsin \frac{l}{c} - \sqrt{c^2 - l^2} - (l-a) \arcsin \frac{l-a}{c} - \\ &\quad \sqrt{c^2 - (l-a)^2}; \end{aligned} \quad (16)$$

$$\Psi_2(v_2) = \int_0^a \frac{l-y_k}{c^2} \sqrt{c^2 - (l-y_k)^2} \, dy_k.$$

Введем подстановку:

$$c^2 - (l-y_k)^2 = t. \text{ Тогда } dt = 2(l-y_k) \, dy_k;$$

$$\begin{aligned} \Psi_2(v_2) &= \frac{1}{2c^2} \int_{c^2-l^2}^{c^2-(l-a)^2} \sqrt{t} \, dt = \frac{2}{6c^2} t^{\frac{3}{2}} \Big|_{c^2-l^2}^{c^2-(l-a)^2} = \\ &= \frac{1}{3c^2} \left(\sqrt{[c^2 - (l-a)^2]^3} - \sqrt{[c^2 - l^2]^3} \right). \end{aligned} \quad (17)$$

Обозначим

$$\Psi_3(v_3) = \int_c^{b+c} x_k^2 \arcsin \frac{l-a}{x_k} \, dx_k.$$

Интегрируем по частям:

$$x_k^2 \, dx_k = dv; \quad \arcsin \frac{l-a}{x_k} = u; \quad v = \frac{x_k^3}{3};$$

$$du = -\frac{(l-a) \, dx_k}{x_k^2 \sqrt{1 - \left(\frac{l-a}{x_k}\right)^2}}. \text{ Тогда}$$

$$\Psi_3(v_3) = \frac{x_k^3}{3} \arcsin \frac{l-a}{x_k} \Big|_c^{b+c} +$$

$$+ \frac{l-a}{3} \int_c^{b+c} \frac{x_k \, dx_k}{\sqrt{1 - \left(\frac{l-a}{x_k}\right)^2}};$$

$$\int_c^{b+c} \frac{x_k \, dx_k}{\sqrt{1 - \left(\frac{l-a}{x_k}\right)^2}} = \int_c^{b+c} \frac{x_k^2 \, dx_k}{\sqrt{x_k^2 - (l-a)^2}} =$$

$$= \frac{x_k}{2} \sqrt{x_k^2 - (l-a)^2} \Big|_c^{b+c} +$$

$$+ \frac{(l-a)^2}{2} \ln \left| x_k + \sqrt{x_k^2 - (l-a)^2} \right| \Big|_c^{b+c};$$

$$\begin{aligned} \Psi_3(v_3) &= \frac{(b+c)^3}{3} \arcsin \left(\frac{l-a}{b+c} \right) - \frac{c^3}{3} \arcsin \left(\frac{l-a}{c} \right) + \\ &+ \frac{(l-a)(b+c)}{6} \sqrt{(b+c)^2 - (l-a)^2} - \end{aligned}$$

$$\frac{(l-a)c}{6} \sqrt{c^2 - (l-a)^2} +$$

$$+ \frac{(l-a)^2}{6} \ln \left| (b+c) + \sqrt{(b+c)^2 - (l-a)^2} \right| -$$

$$- \frac{(l-a)^2}{6} \ln \left| c + \sqrt{c^2 - (l-a)^2} \right|. \quad (18)$$

Обозначим

$$\Psi_4(v_4) = (l-a) \int_c^{b+c} \sqrt{x_k^2 - (l-a)^2} \, dx_k.$$

Вычислим определенный интеграл:

$$\Psi_4(v_4) = \left[\frac{(l-a) x_k \sqrt{x_k^2 - (l-a)^2}}{2} - \right.$$

$$\left. - \frac{(l-a)^2}{2} \ln \left| x_k + \sqrt{x_k^2 - (l-a)^2} \right| \right] \Big|_c^{b+c} =$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{(l-a)(b+c)\sqrt{(b+c)^2-(l-a)^2}}{2} - \\
 &\quad - \frac{(l-a)c\sqrt{c^2-(l-a)^2}}{2} - \\
 &\quad - \frac{(l-a)^3}{2} \ln \left| (b+c) + \sqrt{(b+c)^2-(l-a)^2} \right| + \\
 &\quad + \frac{(l-a)^3}{2} \ln \left| c + \sqrt{c^2-(l-a)^2} \right|. \quad (19)
 \end{aligned}$$

Окончательно соотношения (12), (13) с учетом (16) - (19) примут вид

$$\begin{aligned}
 \bar{\beta}_1 &= \frac{c^2}{2a(l-a)} \left[l \arcsin \frac{l}{c} + \sqrt{c^2-l^2} \cdot \right. \\
 &\quad - (l-a) \arcsin \frac{l-a}{c} - \sqrt{c^2-(l-a)^2} - \\
 &\quad + \frac{1}{3c^2} \left(\sqrt{[c^2-(l-a)^2]^3} - \sqrt{[c^2-l^2]^3} \right) - \\
 &\quad - a \arcsin \frac{a}{c} - \sqrt{a^2-l^2} + c - \\
 &\quad \left. - \frac{1}{3c^2} \left(c^3 - \sqrt{[c^2-a^2]^3} \right) \right]; \quad (20)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \bar{\beta}_3 &= \frac{1}{2b(l-a)} \left[\frac{(b+c)^3}{3} \arcsin \frac{(l-a)}{(b+c)} - \right. \\
 &\quad - \frac{c^3}{3} \arcsin \frac{(l-a)}{c} + \frac{(l-a)(b+c)}{6} \sqrt{(b+c)^2-(l-a)^2} - \\
 &\quad \left. - \frac{(l-a)c}{6} \sqrt{c^2-(l-a)^2} + \right.
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &\left. + \frac{(l-a)^3}{6} \ln \left| (b+c) + \sqrt{(b+c)^2-(l-a)^2} \right| - \right. \\
 &\quad - \frac{(l-a)^3}{6} \ln \left| c + \sqrt{c^2-(l-a)^2} \right| + \\
 &\quad + \frac{(l-a)(b+c)\sqrt{(b+c)^2-(l-a)^2}}{2} - \\
 &\quad - \frac{(l-a)c\sqrt{c^2-(l-a)^2}}{2} - \\
 &\quad - \frac{(l-a)^3}{2} \ln \left| (b+c) + \sqrt{(b+c)^2-(l-a)^2} \right| + \\
 &\quad \left. + \frac{(l-a)^3}{2} \ln \left| c + \sqrt{c^2-(l-a)^2} \right| \right]. \quad (21)
 \end{aligned}$$

Среднеинтегральная толщина рабочей стенки кристаллизатора определится по формуле

$$\bar{\beta} = \frac{1}{(a+b)l} [a(l-a)\bar{\beta}_1 + b(l-a)\bar{\beta}_3 + a^2c]. \quad (22)$$

Соотношение (22) получено с учетом ограничений, содержащихся в (1) - (3). Термическое сопротивление рабочей стенки кристаллизатора можно вычислить по формуле

$$R = \bar{\beta} / \lambda, \quad (23)$$

где λ - коэффициент теплопроводности материала стенки.

Таким образом, для расчета термического сопротивления рабочей стенки кристаллизатора используются расчетные зависимости (20) - (23).

Список литературы

1. Шестаков Н.И. Тепловые процессы при непрерывной разливке стали. - М.: Черметинформация, 1992. - 286 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УГЛОВЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ В РОЛИКОВЫХ СИСТЕМАХ

В расчетах радиационного теплообмена между роликом и слитком в машинах непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) важную роль играют размеры, форма, взаимное расположение и оптические свойства взаимодействующих тел. Влияние этих характеристик учитывается угловыми коэффициентами.

Схематическое изображение наиболее типичных конструкций роликовых систем приведено на рис. 1. На рис. 1а приведена идеализированная схема взаимного расположения слитка 1 и роликов 2. В реальных условиях в роликовых секциях располагаются выступающие части опорных станин, вспомогательное оборудование 3, 4 и т.п., которые принимают активное участие в теплообмене и могут как экранировать, так и отражать прямое излучение непрерывно вытягиваемого слитка на ролик. Типичные схемы таких конструкций приведены на рис. 1б, в.

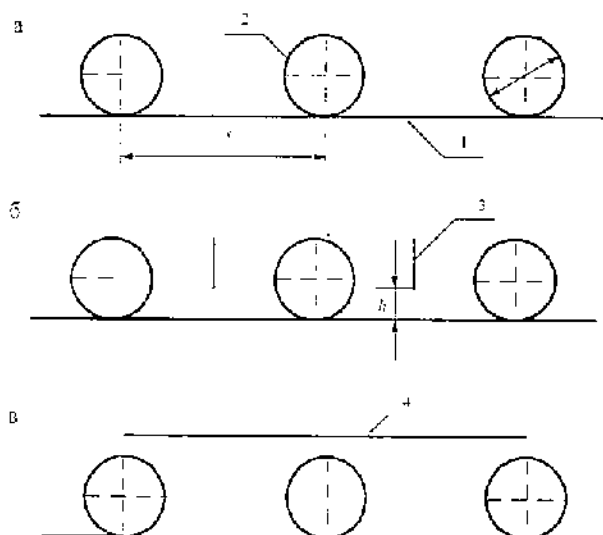


Рис. 1. Типичные конструкции роликовых систем

Аналитическое определение среднего углового коэффициента φ_{12} интегрированием элементар-

ных угловых коэффициентов для случая роликовой системы связано с вычислением четырехкратного интеграла [3]. Задача существенно усложняется при учете экранирования или отражения прямого излучения слитка элементами системы. В этой связи для определения интегральных коэффициентов облученности наиболее целесообразно использование метода светового моделирования [1], основанного на полной физической аналогии распространения светового и теплового излучения во всем диапазоне частот электромагнитного излучения и обладающего наглядностью.

Физическая основа этого метода заключается в аналогии законов переноса для видимой части спектра и для других частот. Математически такая аналогия выражается в идентичности уравнений, описывающих процессы радиационного обмена во всем диапазоне частот. Поэтому световое поле в модели, подобной образцу в отношении собственного излучения, а также геометрических характеристик среды и поверхностей, подобно полю излучения в исследуемом объекте. Условия подобия световой модели и натурной излучающей системы, которой в рассматриваемом случае является роликовая секция машины непрерывного литья заготовок, сводится к геометрическому подобию модели и натуре, а также к равенству их оптических свойств. Аналогом плотности теплового потока, излучаемого поверхностью слитка, является светимость соответствующей поверхности модели, а аналогом плотности теплового потока, падающего на поверхность ролика, — освещенность поверхности, соответствующей ролику-модели.

В задачу нашего исследования входило определение влияния относительного шага роликов, экранирования и отражения излучения на величину угловых коэффициентов с целью выбора рациональных условий теплообмена в роликовых секциях.

Для определения угловых коэффициентов облученности в роликовых секциях разработана и изготовлена пространственная световая модель. Эта модель предназначена для исследования пере-

носа излучения в роликовых системах при отсутствии или наличии затеняющего и экранирующего вспомогательного оборудования.

Модель выполнена с учетом геометрического подобия. Светимость излучающих поверхностей создается при помощи газоразрядных ламп. В модели предусмотрена возможность изменения размеров, расположения и оптических свойств взаимодействующих тел. Для замера световых потоков используются вакуумные фотоэлементы с сурьмяно-цезиевым катодом (СЦФ). Зависимость силы тока от освещенности у этих фотоэлементов в режиме насыщения близка к линейной и практически не зависит от угла падения света. Фотоэлементы могут перемещаться по поверхностям взаимодействующих тел.

Численные значения интегральных коэффициентов облученности ролика слитком (ϕ_{12}) с учетом экранирования и отражения прямого излучения определялись по данным замеров освещенности и светимости взаимодействующих поверхностей. Результаты выполненных исследований представлены на рис. 2. Из рассмотрения этих за-

висимостей видно, что с увеличением относительного шага роликов ϕ_{12}^a уменьшается (рис. 2а). Сопоставление результатов экспериментального определения угловых коэффициентов с угловыми коэффициентами в системах бесконечно длинных труб и параллельной им поверхности показывает расхождение. Это расхождение уменьшается с увеличением ширины излучающей поверхности [2]. Для роликовых секций, выполненных по схеме рис. 1б, характерно снижение коэффициента облученности ϕ_{12}^b . Это обстоятельство учитывается при помощи коэффициента $K_s = \phi_{12}^b / \phi_{12}^a$, зависимость которого от относительного шага роликов (s/d) и относительной высоты подъема экрана 3 (h/d) приведена на рис. 2б. С увеличением относительного шага влияние экранирования, независимо от высоты подъема экрана, на облученность роликов уменьшается. При наличии в роликовых секциях отражающих поверхностей 4 (рис. 1в) облученность роликов увеличивается. Значения коэффициента $K_0 = \phi_{12}^b / \phi_{12}^a$, учитывающего увеличение облученности в зависимости от относительного шага роликов, приведены на рис. 2в. Из рассмотрения этой зависимости видно,

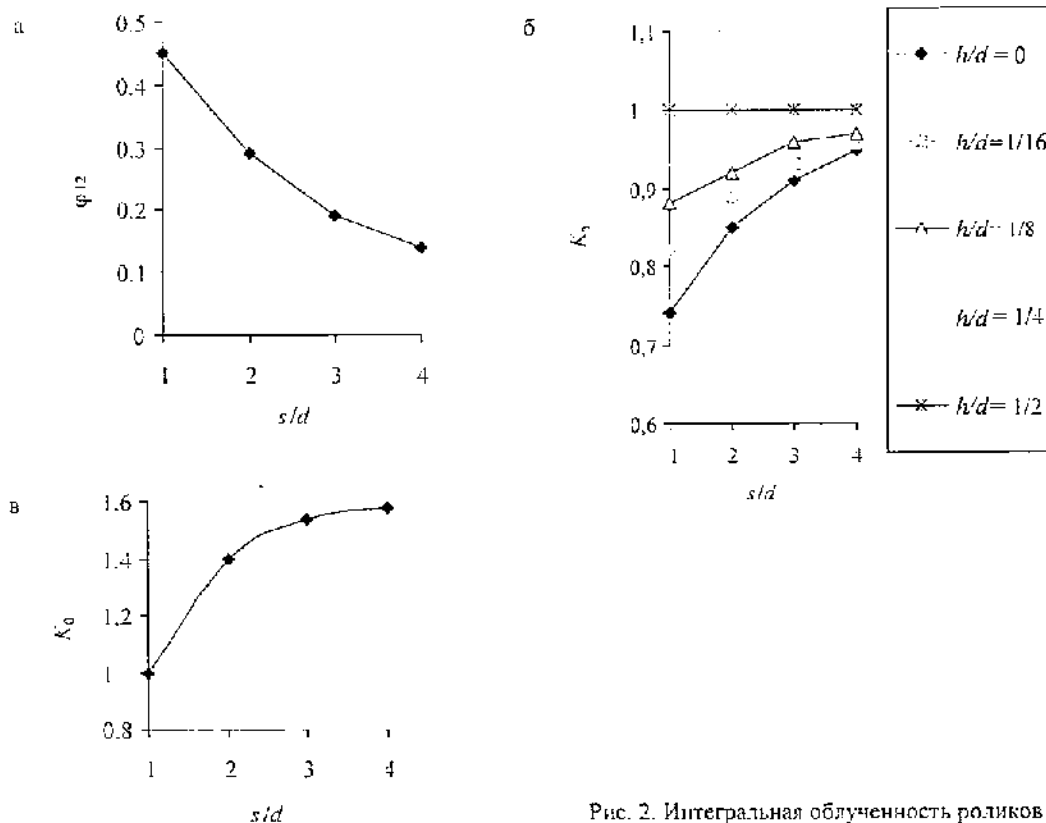


Рис. 2. Интегральная облученность роликов

что наиболее интенсивный рост ее наблюдается в диапазоне $s/d = 1,0 \dots 2,25$ и далее замедляется. Значения средних угловых коэффициентов облученности слитка роликом (φ_{21}) определяются на основании свойства взаимности для угловых коэффициентов. Представленные значения угловых коэффициентов облученности справедливы для роликовых систем при значении отношения ширины излучающей поверхности к диаметру ролика $b/d = 3 \dots 4$.

Расчетная погрешность в определении угловых коэффициентов оценивается в 5 ... 6 %.

Проведено исследование влияния экранирования и отражения на тепловой поток, воспринимаемый роликом. Тепловой поток Q , поступающий в ролик за счет излучения, определялся по формуле [3]

$$Q = \varepsilon_{\text{пр}} \cdot C_0 \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right] \varphi_{12} S b, \quad (1)$$

где T_1, T_2 — температуры поверхностей слитка и ролика; $\varepsilon_{\text{пр}}$ — приведенная степень черноты системы «слиток — ролик»; C_0 — постоянная Стефана — Больцмана; φ_{12} — угловой коэффициент облученности ролика слитком; S — шаг роликов; b — ширина слитка.

Для роликовых секций, выполненных по схеме, представленной на рис. 1а, величина теплового потока излучения, определенная по соотношению (1), составляет $Q_{\text{и}} = 29,0 \cdot 10^3$ Вт. Для роликовых секций, выполненных по схеме рис. 1б, величина теплового потока уменьшается на 22 % по сравнению со схемой рис. 1а, а для роликовых секций, выполненных по схеме рис. 1в, увеличивается на 13 %.

Как видно из приведенных примеров, использование затеняющих экранов в роликовых секциях (схема рис. 1б) способствует уменьшению теплового потока, воспринимаемого роликом, а использование отражающих экранов (схема рис. 1в) — увеличению теплового потока. При этом следует иметь в виду, что применение затеняющих экранов (схема рис. 1б) способствует увеличению неравномерности теплового воздействия по образующей ролика по сравнению с существующей конструкцией (схема рис. 1а), а введение в роликовую секцию отражающих экранов (схема рис. 1в) приводит к его выравниванию.

Расчеты выполнены применительно к роликовым секциям горизонтального участка машины непрерывного литья заготовок криволинейного типа. При проведении расчетов принималось: $T_1 = 1233$ К; $T_2 = 523$ К; $\varepsilon_{\text{пр}} = 0,49$; $\varphi_{12} = 0,41$; $S = 0,44$ м; $b = 1,29$ м.

Разработанный и рассмотренный метод определения интегральных коэффициентов облученности для роликовых систем при своем практическом применении дал хорошие результаты. С его помощью разработана методика определения тепловых нагрузок на ролики МНЛЗ, обусловленных излучением сляба.

Список литературы

1. Андрианов В. Н. Основы радиационного и сложного теплообмена. — М.: Энергия, 1972. — 464 с.
2. Блох А. Г., Журавлев Ю. А., Рыжков Л. Н. Теплообмен излучением: Справочник. — М.: Энергоатомиздат, 1991. — 432 с.
3. Сперроу Э. М., Сесс Р. Д. Теплообмен излучением. — Л.: Энергия, 1971. — 294 с.

УДК 669.189

Ю. В. Грибкова

Череповецкий государственный университет

ПОСТРОЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ РАСПЛАВА СЛИТКА В МАШИНАХ НЕПРЕРЫВНОГО ЛИТЬЯ ЗАГОТОВОК

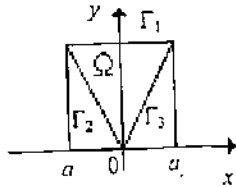
Рассмотрим сечение сляба МНЛЗ, выходящее из кристаллизатора, пренебрегая при этом его искривлением (см. рисунок). Обозначим через Ω область сечения, занятую жидкой фазой, а

через $\partial\Omega$ — ее границу: $\partial\Omega = \Gamma_1 \cup \Gamma_2 \cup \Gamma_3$.

$$\Gamma_1 = \{(x, y) \in R^2 \mid x \in [-a, a], y = H\};$$

$$\Gamma_2 = \left\{ (x, y) \in R^2 \mid x \in [-a, 0], y = -\frac{Hx}{a} \right\};$$

$$\Gamma_3 = \left\{ (x, y) \in R^2 \mid x \in [0, a], y = \frac{Hx}{a} \right\}.$$



Уравнение технологической оси в данной системе координат имеет вид $x=0, y \in [0, H]$.

Распределение скоростей на $\partial\Omega$ зададим, исходя из равенства скоростей в данной точке границы скорости $V(t)$ вытягивания слитка, направленной вдоль технологической оси, т.е.: $V_x=0; V_y=-V(t), (x, y) \in \partial\Omega$.

Предполагая, что в области Ω расплав является вязкой несжимаемой жидкостью, имеем следующую задачу в виде уравнений движения:

$$V_{x,y} + V_{y,x} = 0; \quad (1)$$

$$\rho(V_{x,x} + V_x \cdot V_{x,x} + V_y \cdot V_{x,y}) + P_x = \mu \Delta V_x; \quad (2)$$

$$\begin{aligned} &\rho(V_{y,y} + V_x \cdot V_{y,x} + V_y \cdot V_{y,y}) + P_y = \\ &= -\rho(g - 4\pi^2 v^2 A \sin(2\pi vt)) + \mu \Delta V_y. \end{aligned} \quad (3)$$

Начальные условия:

$$\begin{cases} V_x(x, y, 0) = V_{x0}, \\ V_y(x, y, 0) = V_{y0}, \operatorname{div} \vec{V}_0 = 0, \vec{V}_0 = (V_{x0}, V_{y0}), (x, y) \in \Omega. \end{cases}$$

Граничные условия:

$$\begin{cases} V_x = 0, \\ V_y = -V(t), (x, y) \in \partial\Omega; \end{cases} \quad (4)$$

$$P(x, H) = \rho h (g - 4\pi^2 v^2 A \sin(2\pi vt)), x \in [-a, a]. \quad (5)$$

Здесь h – высота столба жидкого металла над базовой плоскостью в разливочном устройстве; ρ – плотность жидкого металла; g – ускорение сво-

бодного падения; слагаемое $4\pi^2 v^2 A \sin(2\pi vt)$ обусловлено качанием кристаллизатора.

Основными параметрами задачи являются следующие [1]:

Плотность расплава $\rho, \text{ кг/м}^3$	7000 + 7500
Полная высота кристаллизатора $H, \text{ м}$	12
Диапазон скоростей вытягивания слитка $\vartheta, \text{ м/с}$	$0,75 \cdot 10^{-2} \div 1,25 \cdot 10^{-2}$
Амплитуда качания кристаллизатора $A, \text{ м}$	$6 \cdot 10^{-3}$
Частота качания кристаллизатора $V, \text{ кач/с}$	0,5 + 2
Параметр технологической оси $a, \text{ м}$	0,625
Динамический коэффициент вязкости стали $\mu, \text{ Па} \cdot \text{ с}$	$7,6 \cdot 10^{-3} + 8,5 \cdot 10^{-3}$
Высота столба жидкого металла в разливочном устройстве $h, \text{ м}$	-1

Исходя из граничных условий (4), делаем предположение:

$$\begin{cases} \vartheta_x = 0, \\ \vartheta_y = -V(t), (x, y) \in \Omega. \end{cases}$$

Тогда (1) выполняется тождественно, а система (2), (3) переписывается в виде

$$P_x = 0, \quad (6)$$

$$-\rho V'(t) + P_y = -\rho \bar{g}, \quad (7)$$

где

$$\bar{g} = g - 4\pi^2 v^2 A \sin 2\pi vt.$$

Из (6) и (7) следует, что

$$P(y, t) = (-\rho \bar{g} + \rho V'(t))y + P_1(t). \quad (8)$$

Воспользуемся граничным условием (5):

$$P(x, H) = \rho h \bar{g}, x \in [-a, a]. \quad \text{Подставим в (8):}$$

$$\rho h g = \rho H (V'(t) - \bar{g}) + P_1(t). \quad \text{Отсюда } P_1(t) =$$

$$= \rho h \bar{g} - \rho H (V'(t) - \bar{g}) = \rho (h \bar{g} - H V'(t) + H \bar{g}) =$$

$$= \rho (\bar{g}(h + H) - H V'(t)).$$

Возвращаемся в (8): $P(y, t) = (-\rho \bar{g} + \rho V'(t))y + \rho \bar{g}(h + H) - HV'(t)$.

В случае отсутствия ускорения ($V' = 0$) получаем $P(y, t) = -\rho \bar{g} y + \rho \bar{g} h + \rho \bar{g} H = \rho \bar{g} \times (H + h - y)$, т.е. при уменьшении y от H до 0 давление возрастает от $P(y = H) = \rho \bar{g} h$ до $P(y = 0) = \rho \bar{g} (h + H)$.

Расчет давления:

$V'(t) = 0$ (ускорение отсутствует)

ρ , кг/м ³	H , м	A , м	v , кач/с
7000 + 7500	12	$6 \cdot 10^{-3}$	0,5 + 2

h , м	\bar{g} , м/с ²	y , м	P , Па
1,0	$8,85 \div 9,74$	$0 \div 12$	$61\ 950 \div 649\ 950$

Список литературы

1. Шестаков Н.И. Тепловые процессы при непрерывной разливке стали. - М.: Черметинформация, 1992. - 268 с.

УДК 621.778.669.2

А.И. Виноградов, С.В. Максимов
Череповецкий государственный университет

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССА ВОЛОЧЕНИЯ ТИТАНОВОЙ ПРОВОЛОКИ С ВЫСОКИМ КАЧЕСТВОМ ПОВЕРХНОСТИ¹

Современные устройства и агрегаты характеризуются тенденцией всемерного уменьшения веса деталей, в частности за счет применения материалов, обладающих высокой удельной прочностью. Одним из таких металлов, лишь недавно получивших самостоятельное значение в технике как конструкционный материал, является титан. Область его применения постепенно расширяется за счет использования его в точном машиностроении, производстве хирургических инструментов, химической и ядерной технике, при производстве вооружений, хирургических имплантантов, деталей ручных часов, очковых оправ и украшений [1].

При обработке титана горячим способом на его поверхности образуется окалина, состоящая в основном из рутила (TiO₂) с небольшим присутствием TiO, Ti₂O₃ и ряда других окислов и продуктов взаимодействия примесей с кислородом и азотом воздуха. Кроме того, кислород, водород и азот

воздуха проникают в металл на некоторую глубину, образуя твердый раствор внедрения, или металлидные фазы, значительно снижающие пластичность титана на заключительном этапе его обработки – холодной пластической деформации, выполняемой с целью формирования высокого качества поверхности и других потребительских свойств.

Главные проблемы, возникающие при пластической деформации титана и его сплавов холодными методами, являются склонность к «схватыванию» с поверхностью инструмента и высокий коэффициент трения между инструментом и обрабатываемым металлом.

Существующие технологии получения проволоки из титана (ВТ 1-0 и т.п.) включают прокатку при температурах 800 – 850 °С на сортовых станах до диаметра поперечного сечения, равного 5 – 6 мм. Более мелкие диаметры (до 3 мм) получают

¹ Исследования ведутся при поддержке гранта МО № Гр 53.03.03.

ротационной ковкой при этих же температурах. Дальнейшее уменьшение поперечного сечения осуществляют «теплым волочением» с применением смазок на основе водного раствора графита с аммиаком.

Окончательное формирование изделия с высокими качественными показателями поверхности осуществляется холодным волочением через монолитную или роликую волоку с использованием тех же смазок. Особенностью данных процессов является необходимость частого восстановления пластических свойств деформируемого материала. С этой целью при достижении суммарной деформации 30 - 35 % проводят промежуточный отжиг.

К недостаткам данной технологии относятся:

- большое количество затратных технологических операций, требующих специализированного оборудования и инструмента;
- необходимость частого использования операций нагрева для снятия наклепа;
- необходимость использования экологически опасных материалов в качестве технологических смазок;
- трудность получения высококачественной поверхности при волочении через монолитную волоку из-за задиоров в очаге пластической деформации.

Использование роликных волок, устраняя проблему задиоров, имеет следующие недостатки: трудность получения строго цилиндрической формы поперечного сечения и невозможность получения тонкой и тончайшей проволоки.

Целью новой технологии является устранение схватываемости и уменьшение количества задиоров обрабатываемого материала на поверхности инструмента за счет более эффективного поступления смазки в очаг деформации.

Основные направления исследований:

- нанесение на поверхность проволоки перед волочением высокоадгезионных подмазочных материалов, с помощью которых создаются благоприятные условия для налипания на подготовленную поверхность большего количества смазки;
- использование специального волочильного инструмента – двоянных волок, создающих режим гидродинамического трения.

Для проверки эффективности первого из перечисленных мероприятий предполагается проведение серии экспериментов, состоящих в опробовании принципиально новой технологии нанесения подмазочного покрытия из специального мате-

риала на поверхность титановой заготовки непосредственно перед волочением.

Сущность новой технологии состоит в том, что материал, обладающий ярко выраженными адгезионными свойствами – смола – наносится на поверхность протягиваемой через установку заготовки. При этом образуется высокоадгезионное подмазочное покрытие, обеспечивающее интенсивный захват смазки.

В качестве смолистого материала покрытия предполагается использование капифоли, получаемой из живичного сока хвойных деревьев. Капифоль хорошо связывается с металлом, проявляя в расплаве свойства поверхностно-активного вещества, обусловленные ее кислотной природой. С другой стороны, она активна и по отношению к сухим смазкам на основе технических мыл. Это создает условия для образования значительного слоя смазки, что подтвердили эксперименты на стальной проволоке [2].

Создание достаточного слоя поверхностного активного вещества (смолы) возможно только из раствора смолы при помощи специальных устройств и должно осуществляться в непосредственной близости перед волочением.

Другое направление исследований связано с разработкой оригинальной конструкции двоянной проволоки, учитывающей особенности деформации титана.

Существенное снижение напряжений контактного трения при волочении титановой проволоки может быть достигнуто путём реализации режима жидкостного трения, когда давление смазки в начале контактной зоны становится сравнимым с сопротивлением деформации обрабатываемого материала. Такой режим может быть обеспечен путем использования сборных волок, в которых перед рабочей фильерой устанавливают напорную втулку. Эффективность такого инструмента зависит от правильного определения зависимости между технологическими параметрами процесса, свойствами смазки и конструктивными особенностями сборной проволоки.

Построение математической модели поведения смазки в зазорах напорной и рабочей волок позволит получить аналитические выражения для расчета параметров сборной проволоки для деформации титана и его сплавов.

При создании новой технологии необходим учет и отрицательных факторов образования слишком толстого слоя смазки, одним из которых является значительное взаимное удаление микронеровностей поверхностей обрабатываемого мате-

риала и инструмента, что приводит к снижению эффекта «сглаживания» поверхности деформируемой заготовки. Поэтому одним из направлений исследований должно быть определение и поддержание оптимальной толщины слоя смазки в данных условиях деформирования.

Проведенный анализ даёт основания для следующих выводов:

1) применение смолистых покрытий в качестве подсмазочного слоя позволит создать толстый слой смазки и реализовать процесс пластической деформации титана за счёт эффективного захвата и удержания её в очаге деформации;

2) конструкция сборной волоки, реализующей режим гидродинамического трения для деформирования титановой проволоки, может быть разработана на основе аналитического решения упро-

щенной задачи течения смазки в зазорах напорных и рабочих волок;

3) получение поверхности с высокими качественными показателями возможно при оптимальной толщине слоя смазки, определение которого возможно только экспериментальным путем.

Список литературы

1. Агарков Г. Д., Аношкин Н. Ф. Титановые сплавы для новой техники. – М.: Наука, 1998. – 559 с.
2. Виноградов А. И., Кузнецов С. А. Исследование технологии нанесения на поверхность катанки подсмазочного покрытия в потоке с волочением // Прогрессивные процессы и оборудование металлургического производства: Материалы 2-й Межд. науч.-техн. конф. - Череповец: ЧГУ, 2001. – С. 27-29.

Раздел V

ХИМИЯ И ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

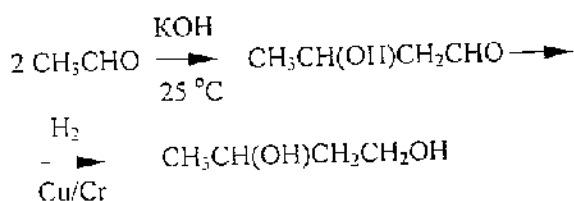
УДК 547.566+541.128-541.138.3

С.А. Шелкунов, Г.А. Котенко
Череповецкий государственный университет

ПЕРСПЕКТИВНЫЙ МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ 1,3-ДИОЛОВ

1,3-диолы известны как полупродукты синтеза полимеров, а также в качестве флотореагентов, используемых при извлечении окисленного угля.

Наиболее удачным вариантом получения этих соединений является двустадийная последовательность реакций, применяющаяся при получении 1,3-бутандиола (полупродукта синтеза бутадиена):



При проведении гидрирования β -оксиальдегида давление водорода составляет 300 атм (при

$T = 100^\circ\text{C}$), что обуславливает технологические трудности при эксплуатации установки. Из-за указанного обстоятельства поиск путей снижения давления является достаточно актуальным.

Ранее было показано, что электрокаталитическое гидрирование позволяет проводить восстановление водородом различных ненасыщенных соединений при атмосферном давлении с достаточно высокой интенсивностью [1]. При использовании этого метода для гидрирования изо-масляного альдегида нами обнаружено, что при достаточной концентрации щелочи в водном растворе это соединение вступает в алдольную конденсацию с последующим гидрированием образующегося β -оксиальдегида. Следствием этого является образование с высоким выходом 2,2,4-триметилпентандиола-1,3. Выход продукта непосредственного восстановления изо-масляного альдегида (2-метилпропанола-1) составляет всего

2,6 %. Аналогично восстанавливаются ацетальдегид и *n*-масляный альдегид. Гидрирование кротонного альдегида также протекает через промежуточный β -оксиальдегид и приводит к тому же продукту, что и в случае восстановления ацетальдегида.

Обнаруженная возможность одностадийного синтеза 1,3-диолов дает основание для сравнения экономических показателей разработанного способа с методом каталитического гидрирования под давлением, единственным преимуществом которого является низкая стоимость применяемого водорода. Однако из-за малой массовой доли водорода, используемого при восстановлении, снижение себестоимости вследствие вышеуказанного фактора может составить не более 2-2,5 %. В то же время преимущества предлагаемого нами способа следующие:

- снижение эксплуатационных и капитальных затрат за счет одностадийности процесса, гидрирования при атмосферном давлении;

- отсутствие водородной станции и газгольдеров (процесс идет непосредственно на околокатодной поверхности);

- возможность промышленного осуществления процесса в любых (в том числе и малых) масштабах из-за отсутствия необходимости утилизации побочных продуктов, получающихся при синтезе водорода крекингом углеводородов.

Окончательный вывод о выгодности синтеза 1,3-диолов электрокаталитическим гидрированием алифатических альдегидов можно будет сделать при проведении процесса на укрупненной лабораторной установке и тщательных технико-экономических расчетах.

Электрокаталитическое восстановление проводили в двухкамерном электролизере, анодная и катодная камеры которого разделены ионообмен-

ной мембраной МА-40. Катодная камера снабжена мешалкой, работающей со скоростью 300 об/мин. Анод – платиновая сетка, катод – титановая пластина.

2,2,4-триметилпентандиол-1,3. В качестве анолита использовали 50 мл 20 %-ного водного раствора NaOH. 0,5 г никеля Ренея вносили в катодную камеру электролизера с 50 мл 5 %-ного водного раствора NaOH. Процесс вели при 20 °С и постоянном токе (1 А, 8 В). Перед введением изомаляного альдегида катализатор в течение 20 мин насыщали водородом, затем вносили 4,5 мл (3,6 г; 0,05 моль) изо-маляного альдегида и вели процесс в течение 2 ч. По окончании процесса катодлит экстрагировали диэтиловым эфиром в экстракторе Соколста, легкокипящие фракции отгоняли. Согласно ГЖХ, выход 2,2,4-триметилпентандиола-1,3 по веществу составил 92 %, по току 65 %. При использовании *n*-маляного альдегида и ацетальдегида получены 2-этилгександиол-1,3 (выход по веществу составил 90 %, по току 62 %) и бутандиол-1,3, соответственно (выход по веществу составил 85 %, по току 62 %). При использовании кротонного альдегида выход по веществу составил 80 %, по току 63 %.

Исследование состава продуктов реакции (с использованием препаратов заведомой структуры) осуществлялось с помощью хроматографа Chrom-5: детектор – катарометр, газ-носитель – гелий (80 мл/мин), стеклянная колонка (3500×3 мм, +80 °С), твердая фаза – хроматон N- Λ W-DMCS, жидкая фаза – 5 % ПЭГ).

Список литературы

1. Томилов А. П., Кириллос И. В. Катодные синтезы органических препаратов. – Алма-Ата: Наука, 1982. – С. 23-82.

УДК 669.4

О.А. Катько

Черновский государственный университет

ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В СИСТЕМЕ РЬО-С МЕТОДОМ ТЕРМОГРАВИМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В ПРИСУТСТВИИ Sb_2O_3

Современные экологические требования предусматривают обязательную переработку всех

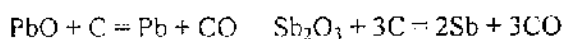
видов вторичного свинецсодержащего сырья, основная доля которого приходится на лом свинцо-

во-кислотных аккумуляторов [6], [8]. Для легкоплавкого и токсичного свинца наиболее перспективными, по мнению ряда авторов, признаны низкотемпературные способы переработки с предварительным разделением батарей на органическую, металлическую и сульфатно-оксидную фракции [5], [6], [9]. По одной из разрабатываемых технологий сульфатно-оксидную фракцию предлагается перевести в окисленное состояние гидрометаллургическим способом, а затем подвергнуть ее восстановлению углеродом в твердой фазе [8].

Традиционной составной частью сплава для решеток электродов свинцово-кислотных батарей является сурьма, которая затем попадает во все основные части аккумулятора [4] и присутствует на каждой стадии его переработки [3]. Исследования А. Молчадского и др. [7] показали, что в сульфатно-оксидной (активной) массе аккумулятора происходит накопление соединений сурьмы (III), соответствующих составу Sb_2O_3 и $Sb_2(SO_4)_3$. К концу срока службы аккумулятора содержание сурьмы в активной массе может достигать 1,5 % мас. [3].

В работе [2] были проведены дериватографические исследования процесса восстановления оксида свинца (II) твердым углеродом. Для изучения влияния примеси оксида сурьмы (III) на процесс восстановления PbO автором были предприняты дополнительные исследования.

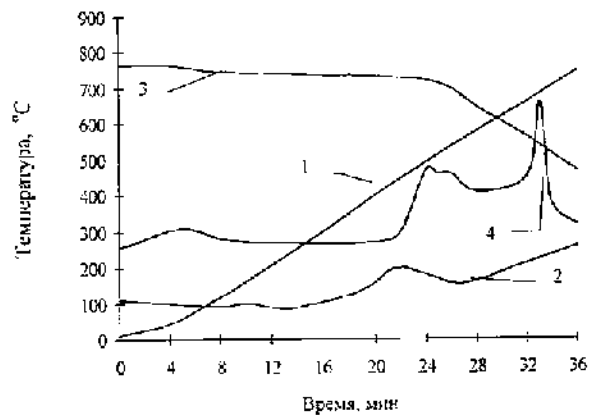
Взаимодействие в системе $PbO - Sb_2O_3 - C_{\text{графит}}$ проводили методом термogrавиметрического анализа (ТГА) на дериваторгафе Q - 1500Д в динамическом режиме при скорости нагрева 20 град/мин. Исходным материалом служил β - PbO квалификации «ч.д.а.» с добавкой 1 % мас. Sb_2O_3 той же степени чистоты. Массу углерода (фракция менее 0,1 мм) рассчитывали, исходя из реакций



Навеску исследуемой смеси помещали в корундовый тигель и закрывали графитовой крышечкой для предотвращения выгорания угля из поверхностного слоя. Этаном служил порошок Al_2O_3 .

Типичные кривые, полученные при ТГА системы $PbO-Sb_2O_3-C_{\text{графит}}$, приведены на рисунке.

Анализ большого числа опытов показал, что во



Типичные кривые при дериватографическом исследовании восстановления оксида свинца (II) углеродом с добавкой 1 % мас. Sb_2O_3 :
1 - изменение температуры образца; 2 - скорость изменения температуры образца; 3 - изменение массы образца; 4 - скорость изменения массы образца.
Ось ординат относится только к кривой 1, кривые 2-4 характеризуют относительное изменение соответствующих величин во времени

всех случаях восстановительный процесс начинается при температурах 460-470 °C. После быстрого нарастания развития процесса до температур 515-520 °C наблюдается некоторый спад скорости изменения массы образцов (см. рисунок, кривая 4), а затем проявляется новый пик при 680-695 °C.

Сравнение полученных результатов с данными работы [2] показало, что присутствие оксида сурьмы (III) существенно повлияло на характер дериватографических кривых взаимодействия PbO с твердым углеродом. Процесс восстановления начался при более низкой температуре (в среднем на 50 °C) и протекал, очевидно, по более сложному механизму.

Механизм влияния примесей на процесс восстановления оксидов металлов является малоизученным. Сведений о влиянии оксидов сурьмы на температурный режим восстановления PbO в литературе обнаружено не было. Однако имеются сведения о подобных явлениях для других металлов. Известно, в частности, о снижении температуры начала восстановления V_2O_5 , WO_3 и TiO_2 углеродом при введении в смесь более легковосстановимой примеси Si_2O [9].

Для данного случая можно предположить следующее: восстановление оксида сурьмы (III) углеродом, согласно [10], начинается при 440-460 °C.

Тогда первый возрастающий участок кривой 4 на рисунке, начинающийся при температурах 460–470 °С, может быть связан началом восстановления Sb_2O_3 . Продукт восстановления – металлическая сурьма, находящаяся при данных температурах в твердом состоянии. Выделение твердого продукта снижает площадь реакционной поверхности, что и приводит к снижению скорости изменения массы образца. При дальнейшем нагревании системы после плавления первичного продукта реакции восстановление основного оксида интенсифицируется (второй возрастающий участок кривой 4 на рисунке).

Список литературы

1. Взаимодействие окислов металлов с углеродом / Елютин В.П., Павлов Ю.А., Поляков В.П., Шеболлаев С.Б. – М.: Металлургия, 1976. – 360 с.
2. Калько О.А. Изучение взаимодействия в системе PbO-C методом термобариметрического анализа // Сборник трудов участников III Межвуз. конф. молодых ученых. – Череповец: ЧГУ, 2002. – С.150-154.
3. Калько О.А. Поведение сурьмы при переработке активных масс лома свинцовых аккумуляторов: Дис...

канд. техн. наук (05.16.03) / СПбГТУ. – СПб., 1996. – 120 с.

4. Калько О.А. Роль сурьмы в коррозионных процессах свинцовых аккумуляторов и источники ее появления в активных массах // PER ASPERA...: Сборник трудов молодых ученых ЧГУ. – Череповец: ЧГУ, 2000. – С. 69-71.

5. Колотыркин Я.М., Ткачек З.А. Экологические проблемы электрохимии // Российский химический журнал (ЖРХО им. Д.И. Менделеева). – 1993. – Т. 37. – № 4. – С. 33-41.

6. Морачевский А.Г., Вайсгант З.И., Демидов А.И. Переработка вторичного свинцового сырья. – СПб.: Химия, 1993. – 173 с.

7. Образование сульфата свинца в системе Pb/PbSO₄/H₂SO₄/PbO/Pb и его электрохимические свойства при использовании Pb-Sb электрода / Молчальский А., Янкаускаене Р.-Д., Юшкенеас Р., Садавичюс А. // ЖПХ. – 1995. – Т. 68. – № 2. – С. 254-259.

8. Переработка лома свинцовых аккумуляторов в условиях маломасштабных производств / Вайсгант З.И., Морачевский А.Г., Клебанов Е.Б., Калько О.А. // I Украинский съезд по электрохимии: Тезисы докладов. – Киев, 1995. – С. 25.

9. Смирнов М.П. Прямой способ низкотемпературной выплавки свинца // Цветные металлы. – 1990. – № 5. – С. 34-36.

10. Цефт А.П. Изучение скоростей восстановления окислов цветных металлов // Труды Уральского индустриального института. – Свердловск, 1944. – Вып.18. – С.45-56.

УДК 66.097

А.Н. Лазарев, Н.Н. Синицын, В.А. Котенко
Череповецкий государственный университет

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПАРОВОЙ КОНВЕРСИИ МЕТАНА В ПОРАХ КАТАЛИЗАТОРА

В промышленности процесс паровой конверсии природного газа осуществляют на катализаторе. В качестве катализатора используется никель, нанесенный на окись алюминия с размером гранул от 8 до 12 мм. На таком катализаторе в большей степени проявляется внутридиффузионное торможение процесса [1]. Это означает, что химические стадии процесса протекают настолько быстро, что убыль концентрации исходных веществ в порах катализатора не успевает восполняться или продукты реакции из пор не успевают выводиться к внешней поверхности, а концентрация продуктов реакции в порах больше, чем их концентрация на поверхности.

Целью настоящей статьи является исследование влияния внутридиффузионного торможения на скорость процесса. Рассматриваемая реакция паровой конверсии метана имеет сложное кинетическое уравнение, поэтому точный расчет внутридиффузионного торможения реакции, основанный на решении дифференциальных уравнений, невозможен [1].

Для оценки внутридиффузионного торможения скорости реакции применяется степень использования внутренней поверхности катализатора f . Наблюдаемую скорость реакции $\omega_{\text{набл}}$ можно выразить в виде произведения скорости реакции в

кинетической области $\omega_{кин}$ и степенью использования внутренней поверхности катализатора f :

$$\omega_{набл} = \omega_{кин} \cdot f.$$

В связи со сложной зависимостью f от температуры, концентраций, степени превращения скорости $\omega_{набл}$ и $\omega_{кин}$ не совпадают и между ними не наблюдается прямой зависимости. Поэтому для описания и математического моделирования про-

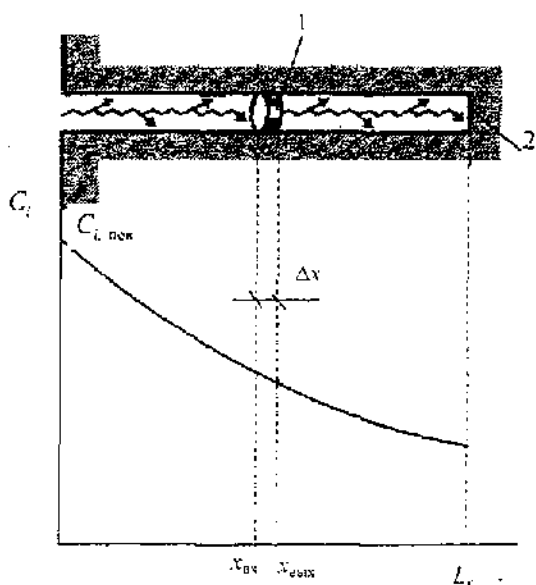


Рис. 1. Разрез поры и изменение концентрации вещества вдоль нее:

1 – элемент объема; 2 – тупик поры; $C_{i,вх}$ – концентрация вещества в устье поры; L_x – длина поры

цесса паровой конверсии природного газа необходимо вывести уравнение для описания кинетики процесса в порах катализатора. Для этого составим математическую модель, которая позволит вычислить степень использования внутренней поверхности катализатора для различных температур, давлений и составов газа.

Рассмотрим, как изменяется концентрация одного из компонентов вдоль поры в гетерогенно-каталитической реакции. Выделим участок с радиусом поры r и длиной Δx (рис. 1, 2). На этом участке поры прореагирует количество вещества, равное

$$2\pi r \cdot \Delta x \cdot \omega_{кин, i}, \text{ моль/с,} \quad (1)$$

где r – радиус поры, м; $\omega_{кин, i}$ – скорость расходования (образования) i -го компонента по кинети-

ческому уравнению реакции, моль / (м² · с) [1].

Чтобы реакция прошла за счет диффузии, в эту часть поры должно продиффундировать количество вещества, равное

$$\pi r^2 \cdot D^* \cdot \left(\frac{d^2 c_i}{dx^2} \right) \cdot \Delta x, \text{ моль/с,} \quad (2)$$

где D^* – эффективный коэффициент диффузии, м²/с; c_i – концентрация реагирующего компонента на расстоянии x от начала поры, моль/м³.

Для стационарных условий, приравнявая (1) и (2), после сокращений получаем

$$r \cdot D^* \cdot \left(\frac{d^2 c_i}{dx^2} \right) = 2 \cdot \omega_{кин, i}. \quad (3)$$

Алгоритм расчета

1. Для заданных температуры T и давления P рассчитываем коэффициенты молекулярной диффузии компонентов парогазовой смеси друг в друге $D_{m, k}$ [2].

2. Для заданного состава парогазовой смеси рассчитаем коэффициент молекулярной диффузии компонентов в многокомпонентной системе $D_{m, i}$ [2].

3. Рассчитываем коэффициент кнудсеновской диффузии компонентов в порах катализатора по формуле [3]

$$D_k = 97 \cdot \bar{r} \cdot \sqrt{\frac{T}{M}}, \text{ м}^2/\text{с,}$$

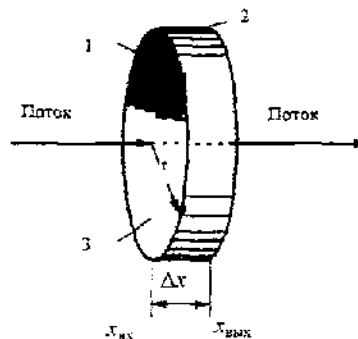


Рис. 2. Элемент объема поры (см. рис. 1, позиция 1):

1 – площадь поперечного сечения; 2 – величина активной поверхности

где \bar{r} – средний радиус пор катализатора, м; T – температура газа, К; M – молярная масса газа, кг/кмоль.

4. Рассчитываем суммарный коэффициент диффузии компонентов парогазовой смеси в порах катализатора по формуле [3]

$$\frac{1}{D_r} = \frac{1}{D_m} + \frac{1}{D_g}, \text{ м}^2/\text{с},$$

5. Для заданных коэффициента пористости ε и частного коэффициента проницаемости P' ката-

лизатора вычисляем зависимость концентрации реагирующих веществ по длине поры катализатора, решая полученную систему уравнений заменой дифференциалов конечными разностями.

7. Вычислим степень использования внутренней поверхности катализатора как отношение скорости процесса в порах катализатора $\omega_{\text{пор}}$ к скорости процесса на поверхности катализатора $\omega_{\text{пов}}$:

$$f = \omega_{\text{пор}} / \omega_{\text{пов}}.$$

Программа расчета выполнена на ЭВМ в среде «MathCad 2000». На рис. 3 представлены резуль-

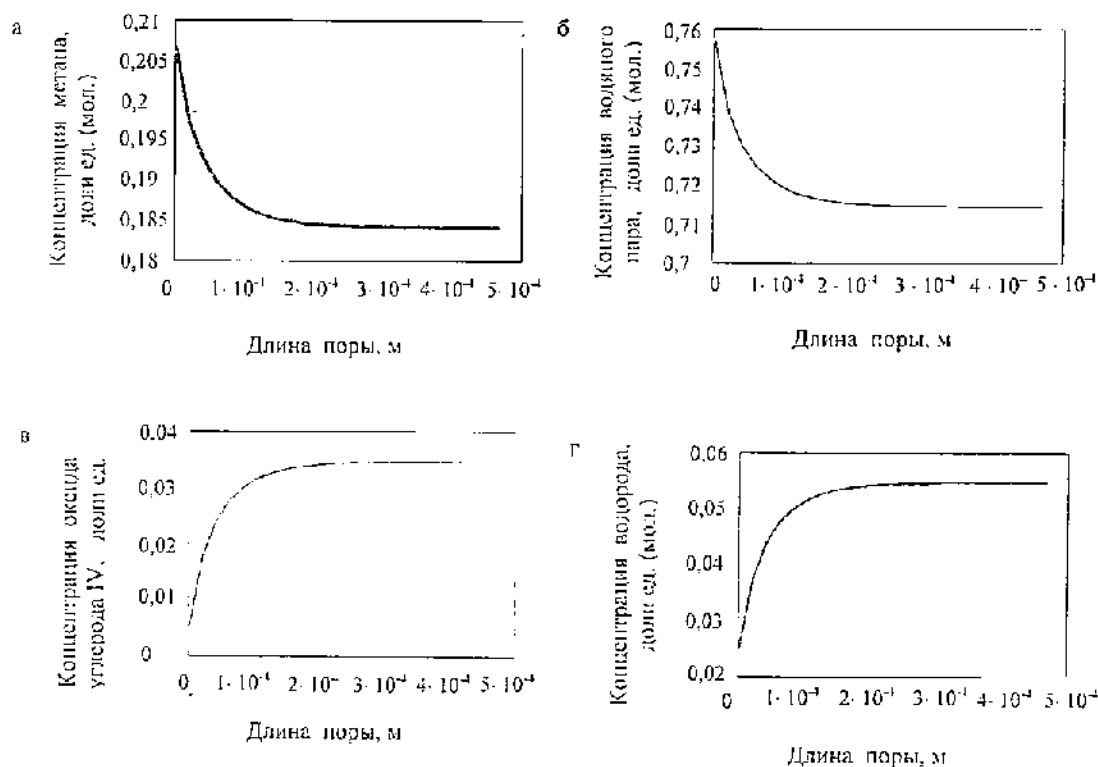


Рис. 3. Зависимость концентрации компонентов процесса паровой конверсии метана по длине поры катализатора: а – метан; б – водяной пар; в – диоксид углерода IV; г – водород

лизатора рассчитываем эффективный коэффициент диффузии компонентов в порах катализатора по формуле [3]

$$D^* = \varepsilon \cdot P' \cdot D_r, \text{ м}^2/\text{с}.$$

6. По аналогии с уравнением (3) составляем систему уравнений для веществ, участвующих в химической реакции (метана, водяного пара, оксида углерода II, оксида углерода IV и водорода).

таты расчета кинетики процесса паровой конверсии метана на катализаторе R-67-7H (фирмы Торзо) (для условий входа парогазовой смеси в реактор риформинга). Степень использования внутренней поверхности катализатора составляет 1±2 % [1], что указывает на преобладающее влияние внутридиффузионного торможения на общую скорость процесса и на необходимость учитывать внутридиффузионное торможение при расчете процесса.

Список литературы

1. Научные основы каталитической конверсии углеводородов: Сборник науч. тр. – Киев: Наукова думка, 1977. – 280 с.

2. Рид Р., Праусниц Дж., Шервуд Т. Свойства газов и жидкостей. – Л.: Химия, 1982. – 592 с.

3. Широков Ю. Г. Теоретические основы технологии неорганических веществ. – Иваново: ИГХТУ, 2000. – 336 с.

УДК 511.128

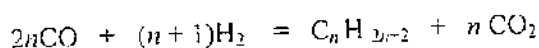
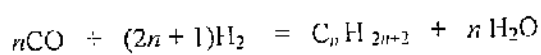
Г. В. Козлова

Череповецкий государственный университет

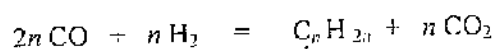
КАТАЛИЗАТОРЫ СИНТЕЗА УГЛЕВОДОРОДОВ ИЗ СО И Н₂

Синтез углеводородов из окиси углерода и водорода – один из методов получения искусственного жидкого топлива и углеводородного сырья для промышленности органического синтеза. Катализаторы синтеза обычно готовят на основе переходных металлов VIII группы Периодической системы (Ni, Co, Fe, Ru). Суммарные реакции синтеза углеводородов в зависимости от катализатора и условий процесса можно представить следующим образом [1]:

для синтеза парафинов:



для синтеза олефинов:



Одновременно с углеводородами образуются малые количества спиртов, альдегидов, кислот и других кислородсодержащих соединений [1, 2]. Во всем интервале температур, применяемых для синтеза углеводородов из СО и Н₂, термодинамически возможны и другие реакции: дегидрирование спиртов, олигомеризация олефинов, их изомеризация, диспропорционирование, крекинг или гидрокрекинг образующихся парафинов и др.

Синтез углеводородов начинается с хемосорбции СО и Н₂ на атомах металла [1]. Для образования такой хемосорбционной связи особенно пригодны переходные металлы, обладающие 3d- и 4f-

электронами, или их соединения внедрения [3]. Природа металла оказывает влияние на состав продуктов синтеза. На никелевых катализаторах при температуре 250 - 500° и давлении 1 атм образуется, в основном, метан, для синтеза низших алкенов используют железные катализаторы. На железных или железно-никелевых катализаторах, приготовленных методом осаждения, образуются, в основном, алифатические углеводороды ряда С₁-С₃₀, а на металлическом железе, промотированном калием, – алифатические углеводороды более низкого молекулярного веса в смеси с кислородсодержащими соединениями. В присутствии катализаторов на основе кобальта и рутения при температуре 150 - 250° и давлении 1 – 10 атм могут быть получены алканы нормального строения, причём на рутениевых катализаторах при давлении 100 – 300 атм можно синтезировать парафины с очень большой молекулярной массой [4].

Из металлов платиновой группы иридий, палладий и платина проявили наибольшую активность. Над родием получали жидкие кислородсодержащие продукты, а на осмиевых катализаторах при высоких температурах – большие количества различных газообразных соединений.

Основными продуктами синтеза из СО и Н₂ на кобальтовых катализаторах при атмосферном давлении и температурах около 200° являются олефиновые и парафиновые углеводороды линейного строения. При повышении давления до 30 атм уменьшается доля олефинов и увеличивается средняя молекулярная масса образующихся парафинов [5].

На рутениевых катализаторах, которые используются для синтеза высокомолекулярных углево-

дородов, при температуре 130° и давлении 1000 атм получается полиметилен с молекулярной массой до 10^5 .

Для увеличения активной поверхности катализатора металл обычно наносят на высокоразвитый носитель (кизельгур, силикагель, алюмосиликат, оксид алюминия и т.д.). Катализаторы могут быть приготовлены различными методами: пропиткой, осаждением, смешением, сплавлением и разложением солей. С целью повышения активности катализаторов используют промоторы, которые можно разделить на две группы – структурные и энергетические. В качестве структурных промоторов, развивающих поверхность катализатора, используются трудновосстанавливаемые оксиды тяжелых металлов, например, оксиды алюминия, тория, магния, кальция. В качестве энергетических промоторов, влияющих на скорость реакции и её селективность, применяют натрий, калий, рубидий, цезий и медь.

Перспективными катализаторами синтеза углеводородов из CO и H₂ являются кобальтовые системы. Наиболее изучены катализаторы, полученные методом осаждения и содержащие приблизительно 30 % кобальта. В последнее время изучаются катализаторы, приготовленные методом пропитки и содержащие до 10 % кобальта. Они

отличаются высокой механической прочностью, высокой производительностью и более просты в приготовлении [6]. Разработка эффективных пропиточных катализаторов с низким содержанием кобальта, характеризующихся высокой активностью и стабильностью, является важной задачей для дальнейшего развития процесса синтеза углеводородов.

Список литературы

1. Химические вещества из угля / Под ред. Ю. Фальба. – М.: Химия, 1980. – 614 с.
2. Локтев С. М. Получение кислородсодержащих органических соединений из смесей окиси углерода и водорода // Хим. пром-сть. – 1983. – № 5. – С. 270.
3. Сторч Г., Голамбик Н., Андерсон Р. Синтез углеводородов из окиси углерода и водорода. – М.: Иностранная литература, 1954. – 516 с.
4. Лапидус А. Л., Пирожков С. Д., Капкин В. Д., Крылова А. Ю. // Итоги науки и техники. Сер. Технология органических веществ. – 1987. – Т. 13. – 158 с.
5. Хенрици-Оливе Г., Оливе С. Химия каталитического гидрирования CO. – М.: Мир, 1987. – 245 с.
6. Лапидус А. Л., Крылова А. Ю., Козлова Г. В., Кондратьев Л. Т., Мышенкова Т. Н. Влияние метода приготовления Co-катализаторов на их свойства в синтезе углеводородов из CO и H₂ // Изв. АН СССР. Сер. Хим. – 1989. С. 995 – 998.

Раздел VI

ИНФОРМАТИКА И УПРАВЛЕНИЕ

УДК 669.1:519.28

С.Н. Хисамутдинов, Е.В. Еришов, Н.Е. Хисамутдинов
Черновецкий государственный университет

СПОСОБ СЖАТИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ РАСПРЕДЕЛЕНИЯМИ, ПОЛУЧЕННЫМИ НА ОСНОВЕ ФРАКТАЛОВ

В процессах, описываемых множеством параметров, нахождение единой аналитической зависимости - крайне сложная и зачастую невыполнимая задача, что обычно вызвано большим числом входных и выходных параметров, непредсказуемыми эффектами взаимокорреляции и наличием хаотической составляющей, построение достаточно адекватной математической модели невозможно. В этом случае в целях предсказания величин выходных параметров используют накопленную в ходе предшествующих экспериментов ретроспективную информацию, осуществляя поиск наиболее близких к текущим входных параметров. Для этого необходимо использовать огромный банк данных, требующий для своего хранения больших объёмов памяти. Существующие методы сжатия

информации зачастую не дают желаемых результатов, потому как данные независимых экспериментов представляют собой распределение, близкое к хаотичному. Однако такие данные могут быть сжаты с использованием распределений, построенных на основе фракталов.

Например, некоторый процесс может быть в общем виде представлен несколькими рядами данных $(R_k, R_1, R_2, \dots, R_n)$, где R_k - ключевой вариационный ряд, R_1, \dots, R_n - множество других, влияющих на результат параметров (порядок расположения рядов относительно друг друга соответствует степени их значимости). В этом случае восстановление проходит сначала по ключевому вариационному ряду. Заранее проводится децимация по уровням, определённым допустимым ин-

тервалом изменения величины значений ряда. Ряд R_1 разбивается на отрезки в соответствии с результатами децимации. На каждом таком отрезке данные преобразуются в вариационный ряд r_1 . Ряды R_2, \dots, R_n ставятся в простое соответствие ряду r_1 (рис. 1).

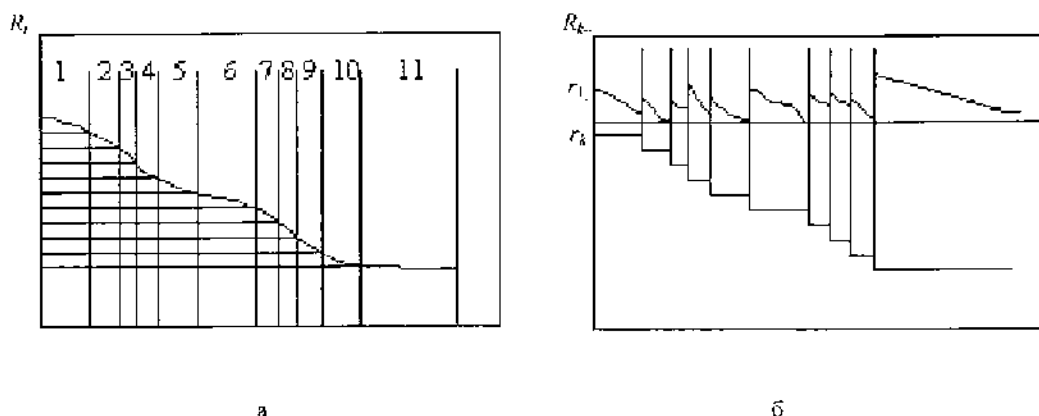


Рис. 1. Преобразование рядов экспериментальных данных:
а - децимация ключевого ряда; б - построение вариационных рядов на участках децимации

Алгоритм сжатия был проверен на металлургическом предприятии. Для эксперимента были использованы данные паспортов конвертерных плавки (были обработаны данные по 280 плавкам). В ходе эксперимента контролировалось 27 параметров конвертерной плавки. Содержание марганца в металле существенно влияет на его качество. При анализе параметров конвертерной плавки выяснилось, что существенное влияние на содержание марганца в металле в конце конвертерной плавки оказывают лишь пять параметров, а влияние остальных параметров несущественно. С учетом основных параметров для процесса конвертерной плавки ряду R_1 будет соответствовать содержание марганца в чугуна (Mn_{ch}), ряду R_2 - сумма сыпучих материалов ($\sum_{сип}$), ряду R_3 - углерод повалки ($C_{пов}$), который определяется маркой стали и задается перед началом плавки, ряду R_4 - температура повалки ($t_{пов}$), после замера которой прогнозируется содержание марганца в металле и на основании этого заготавливается оптимальное количество марганецсодержащих материалов, ряду R_5 - вес чугуна (m_{ch}).

На первом этапе был построен вариационный ряд по данным ключевого ряда. В этом случае соответствия между данными каждой конкретной

плавки сохраняются. Следовательно, изменяется порядок распределения всех данных. Вариационный ряд даёт возможность провести децимацию с максимальным сжатием (за счёт округления величин).

Проведена сортировка по ряду R_1 , т. е. по сум-

ме сыпучих материалов. В результате график R_1 принимает вид графика кусочно-заданной функции (рис. 2), а следовательно, может быть аппроксимирован по частям. Далее выполнена аппроксимация этих частей фракталами, позволяющая значительно уменьшить объём памяти для хранения данных, для чего было подобрано распределение, разработанное на основе множества Мандельброта. Была предложена зависимость, описывающая такое распределение. Эта зависимость имеет вид

$$Y_i = \sum_{j=1}^M y_{ij},$$

где y_{ij} - значения битового массива отображения ($1 \leq i \leq N$, $1 \leq j \leq M$); Y_i - значения распределения; N - число значений массива комплексного отображения множества Мандельброта по вертикали; M - число значений массива комплексного отображения множества Мандельброта по горизонтали.

Данная зависимость была использована в дальнейшем в алгоритме фрактальной аппроксимации, который здесь не рассматривается.

В результате эксперимента объём данных, которые необходимо хранить для восстановления исходной информации, был сокращён на 30 %.

Для сравнения при использовании известного архиватора Zip объём данных увеличился на 0,0000072 %.

риальные затраты, связанные с покупкой дополнительных накопителей информации. В случае строго лимитированного объёма накопителей эта

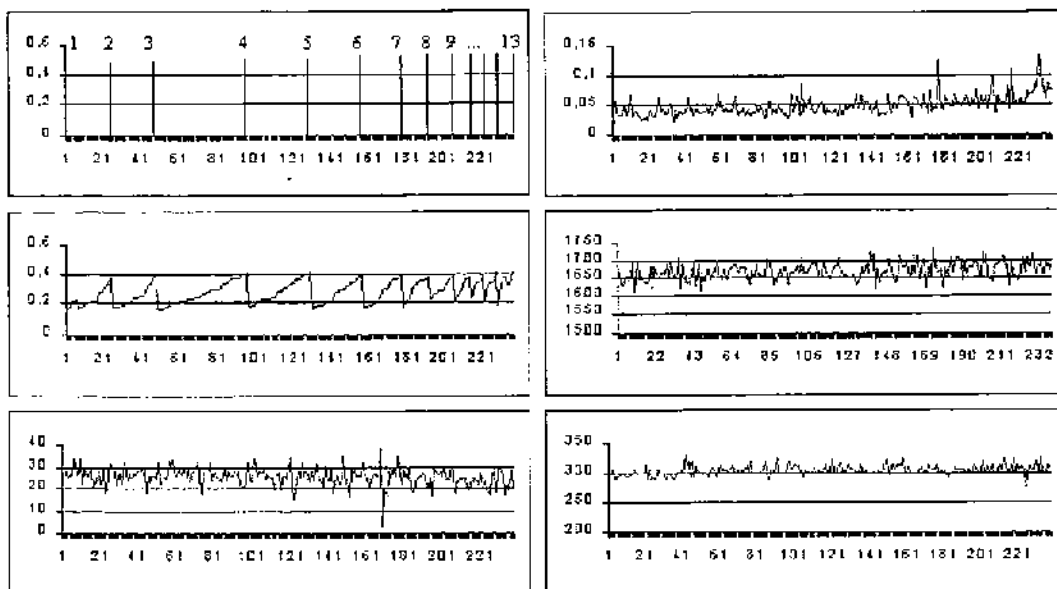


Рис. 2. Результат сортировки данных на промежутках децимации

Таким образом, опробованная методика аппроксимации экспериментальных данных фрактальными распределениями способна значительно сократить затраты ресурсов памяти на их хранение, что, в свою очередь, может повлиять на мате-

методика позволит заложить в систему большее количество данных, а следовательно, увеличить точность предсказаний.

УДК 669.1.519.28

С. Н. Хисамутдинов, Е. В. Ершов, Н. А. Гребенюк
Череповецкий государственный университет

АЛГОРИТМ ФРАКТАЛЬНОЙ АППРОКСИМАЦИИ

При сжатии больших объёмов данных, представляющих собой распределения, близкие к хаосу (особенно для нормальных распределений с большой дисперсией), известные методики сжатия без потерь не дают положительного результата. Известные методики сжатия с потерями также малоэффективны в случаях, когда данные должны быть сохранены с высокой точностью даже в рядах данных, отсортированных по величине. Фракталы же, имея псевдохаотическую природу, позволяют

воспроизводить данные случайной природы. В случае, когда порядок записи данных не имеет значения, в целях сжатия данных можно применить алгоритм фрактальной аппроксимации. Перед этим данные следует перегруппировать способом, рассматриваемым в статье «Способ сжатия экспериментальных данных распределениями, полученными на основе фракталов» данного сборника.

Фрактальная аппроксимация эксперименталь-

ных данных может быть проведена с помощью ЭВМ. Алгоритм программы представлен в схеме (см. рисунок).

1. Оператор задаёт параметры фильтра g , D и K (g - параметр, обозначающий номер выбранного

2. Рассчитываются значения распределения r .
 3. Производится масштабирование отрезка размером n ряда r (начиная со значения с номером d).

4. Вычисляется суммарное отклонение Δ зна-

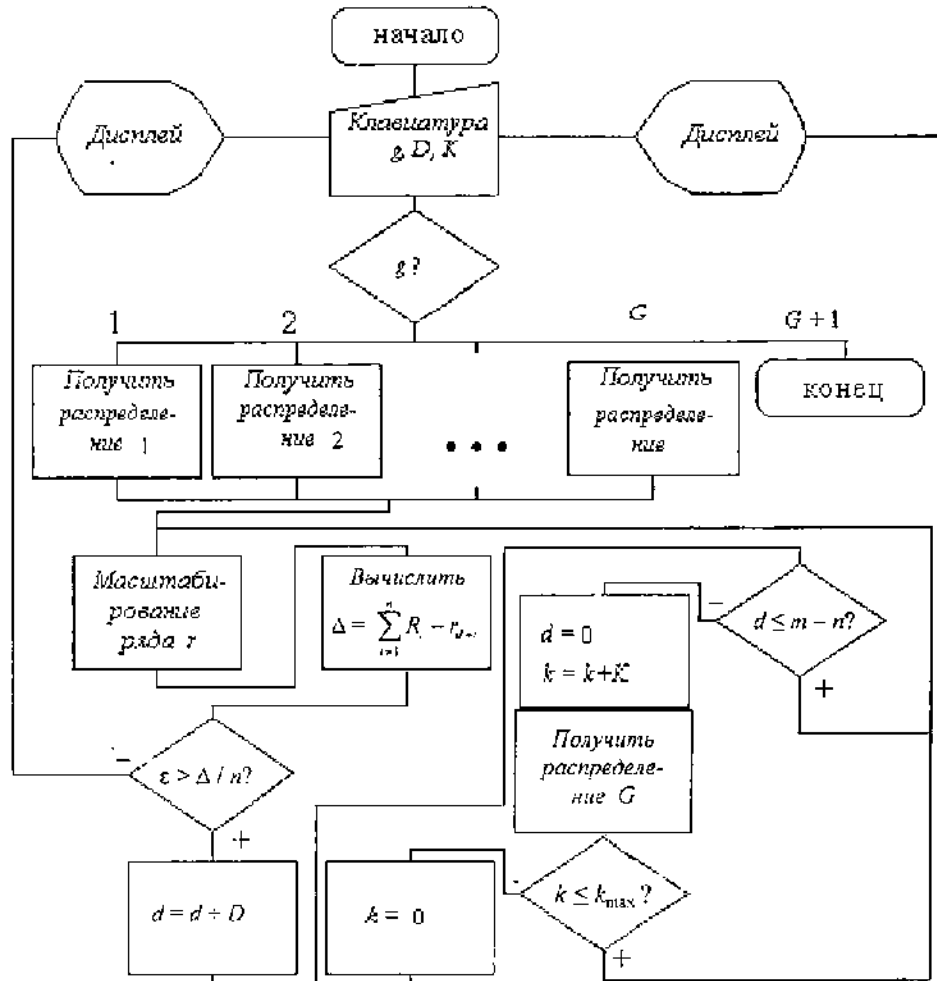


Схема алгоритма фрактальной аппроксимации данных

для аппроксимации фрактального распределения, где $1 \leq g \leq G$; D - сдвиг по отрезку ряда фрактального распределения, на котором будет производиться поиск аппроксимирующей кривой; K - изменение внутреннего параметра распределения k ; m - число значений отрезка ряда фрактального распределения; n - число значений аппроксимируемого ряда; k_{\max} - предел варьирования внутреннего параметра выбранного распределения.

При задании $g = G + 1$ процесс аппроксимации заканчивается. Данные заносятся в память.

чений отрезка ряда r от значений аппроксимируемого ряда R .

5. Если значение среднего отклонения Δ/n удовлетворяет требованиям погрешности ϵ , то результаты аппроксимации выводятся на дисплей и процесс повторяется с пункта 1.

6. Если значение среднего отклонения не удовлетворяет требованиям погрешности ϵ , то происходит сдвиг аппроксимируемого ряда по ряду r на D значений и процесс повторяется с пункта 3 вплоть до того, как ряд r будет исчерпан.

7. Когда значения ряда r будут исчерпаны, изменяется параметр k и производится перерасчёт распределения, после чего процесс повторяется с пункта 3.

8. В случае достижения параметром k своего максимального значения процесс повторяется с пункта 1.

УДК 681.383

В.В. Селивановских, Е.В. Еришов, О.Г. Гатичева, Л.Н. Виноградова, Е.В. Королёва
Череповецкий государственный университет,
ОАО «Северсталь»

АЛГОРИТМЫ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЯ В ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЕ АНАЛИЗА ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА АГЛОМЕРАТА

Повышение требований к качеству продукции, к снижению её себестоимости и улучшению экологической обстановки относится, в частности, к агломерационному производству [1].

В соответствии с требованиями технологии доменной плавки к агломерату предъявляются определённые требования, среди которых однородная крупность при минимальном количестве мелочи 0-5 мм.

Основными требованиями к методам гранулометрического анализа являются точность и скорость анализа, а также наглядность получаемой информации. Наиболее перспективными методами анализа гранулометрического состава агломерата представляются оптико-электронные методы с применением ЭВМ для обработки изображений.

Для этой цели требуется надёжное алгоритмическое обеспечение оптико-электронной системы.

Алгоритм обработки полученного с камеры изображения состоит из двух этапов:

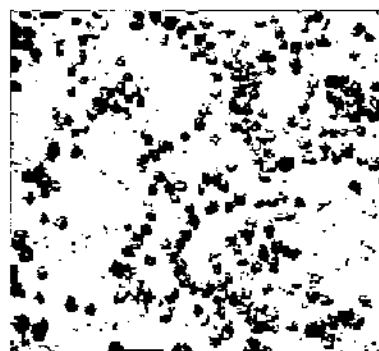
- подготовительного этапа;
- параметрического анализа.

На подготовительном этапе происходит преобразование изображения к виду, удобному для дальнейшего анализа. Так, получив очередной кадр (в формате 256 градаций серого), алгоритм разделяет изображение на несколько частей, в каждой из которых производится статистический анализ изображения. Результатом этого шага яв-

ляется реализация данного алгоритма при обработке реальных данных конвертерного производства позволила достичь значительного коэффициента сжатия хаотического набора данных, обеспечивая высокую точность их воспроизведения.

ляется бинарно изображение, в котором все точки делятся на чёрные и белые. Считается, что чёрные точки принадлежат гранулам, а белые – фону (см. рисунок).

В результате воздействия шумов, случайных



Изображение сыпучего материала
после порогового разделения

помех и других вредных факторов не все чёрные точки являются точками гранул. Для их удаления используется очистка изображения.

Несмотря на предпринимаемые меры, некоторые гранулы могут накладываться друг на друга или располагаться таким образом, что их контуры сливаются и в дальнейшем могут быть приняты за одну крупную гранулу. Для их разделения предназначено контурное разделение гранул, основанное на статистических данных о диаметре гранул.

Далее производится параметрический анализ изображения, во время которого определяются характеристики элементов изображения и вычисляются технологические параметры материала.

Каждый этап включает в себя набор процедур, которые могут выполняться или игнорироваться в зависимости от настроек системы.

УДК 62-83 (075-8)

Список литературы

1. Королева Е.В., Ершов Е.В. Использование оптико-электронной системы для контроля качества агломерата в технологическом потоке // Ижора-2000: Тезисы докладов научно-производственной конференции молодых специалистов. - СПб.: ОАО «Ижорские заводы», 2000. - С. 76.

С.В. Белкова, Н.В. Кочнев
Череповецкий государственный университет

ОСОБЕННОСТИ УРОВНЕЙ АВТОМАТИЗАЦИИ И ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТАНА 2000 ЛПЦ-2 ОАО «СЕВЕРСТАЛЬ»

В металлургической промышленности прокатное производство является наиболее совершенным в области применения средств автоматизации и вычислительной техники [1]. Примером комплексной автоматизации является стан 2000 ОАО «Северсталь». Непрерывный широкополосный стан 2000 горячей прокатки относится к числу высокопроизводительных агрегатов третьего поколения. Стан отличается большой единичной мощностью (более 6 млн т/год) и высокой степенью подготовленности к автоматизации, что и обусловило необходимость и целесообразность оснащения стана автоматизированной системой управления. При строительстве и модернизации оборудования стана был заключен контракт с фирмой «Siemens» на поставку современной техники для автоматического управления процессом горячей прокатки. Поставленный комплекс включает блок АСУТП I для управления чистой и черновой группами клеток стана, а также участками охлаждения и свертывания полос.

Вся система управления включает в себя 3 уровня автоматизации: верхний уровень (ИВЦ), уровень базовой автоматизации и уровень локальной автоматизации (уровень электропривода) [2].

Технические и программные средства системы слежения АСУТП I позволяют в любой момент времени определить положение и стадию обработки всех слябов на участке нагревательных печей. Исходной информацией слежения являются

данные, которые вводятся в систему сертификата плавки стали на партию слябов. Информация содержит следующие данные: номер партии и количество слябов в ней, номер плавки и марку стали, а также содержание основных химических элементов в ней, массу и размеры готовой полосы, температуру конца прокатки и смотки полос, степень и характер охлаждения полос, технологию последующей обработки готовых полос.

Данные вводятся в систему слежения за металлом до момента поступления первого сляба партии на весы, встроенные в загрузочный рольганг печей. Управление процессом сталкивания слябов с подъемных столов и их дальнейшим перемещением по секциям загрузочного рольганга осуществляется локальной системой автоматизации участка печей.

Номер сляба и задание УВМ передается в систему локальной автоматизации, под управлением которой сошедший с весов сляб транспортируется до указанного УВМ ряда шагающих балок, после чего сдвигается сталкивателем на приемный стол перед печью в позицию ожидания загрузки.

Слябы выдаются из печей через определенные интервалы времени, соответствующие длительности цикла прокатки. За время этого цикла УВМ определяет номер печи, с которой следует взять нагретый сляб, а также вырабатывает для системы локальной автоматизации, управляющей приемниками слябов, установку на число и глубину захода в

окно печи штанг приемников. После того, как сляб попадет на приемный рольганг печи, на УВМ производится выборка его номера из массива учета соответствующего ему ряда поседа, и данные по каналу межпроцессорной связи поступают в УВМ, обслуживающую стан.

Существующая в настоящее время АСУТП 2 стана 2000 представляет собой трехуровневую систему, нижний уровень которой охватывает измерительные устройства и датчики технологического контроля, а также системы автоматизированного электропривода. Средний уровень АСУТП 2 обеспечивает сбор и обработку информации от датчиков, информационное сопровождение проката на отдельных участках стана, а также регулирование технологических параметров (геометрических размеров и физико-механических свойств) проката.

На верхнем уровне АСУТП 2 осуществляется расчет настройки стана на прокатку заданного профиля размера полос и выдачи установок на перестройку, расчет коррекции настройки при отклонении параметров металла от значений, принятых при расчете настройки, адаптация математических моделей процесса, информационное сопровождение проката по всей линии стана, диагностика механического и электрического оборудования, а также связь с АСУТП 1.

В составе АСУТП 2 черновой группы клетей функционируют восемь локальных систем автоматизации, которые принимают от УВМ С-306 задания для их дальнейшей обработки на исполнительных механизмах. Локальные системы контролируют работу электродвигателей приводов вертикальных и горизонтальных валков, нажимных устройств, линеек, ножниц и рольгангов, а также системы гидросбива окалины, подачи воды для охлаждения валков и шириномеров. Задания в локальные системы могут быть заданы в ручном режиме (оператором) и автоматически с помощью УВМ.

Основной задачей УВМ С-306 является расчет распределения общего обжатия по толщине и ширине сляба по заданному числу работающих клетей. Цель этого расчета - получение подката требуемого размера для чистовой группы клетей стана без превышения максимального и абсолютного

обжатия по толщине и ширине раската, а также усилия, момента и мощности прокатки.

Точность получения заданной толщины готового подката обеспечивается контуром обработки связи, использующим величину разности между заданным и истинным значениями толщин подката для коррекции расчета установок локальных автоматических систем управления приводами нажимных винтов горизонтальных клетей.

Объединение трех клетей черновой группы в непрерывную подгруппу обусловило необходимость создания систем, обеспечивающих равенство секундных объемов металла, движущихся через очаги его деформации. В противном случае возникают горизонтальные усилия растяжения или сжатия (подпора), действующие со стороны смежных клетей подгруппы на раскат. Неконтролируемый рост усилий натяжения (подпора) может привести к изменению размеров раската или к снижению его устойчивости в клетях.

На непрерывной подгруппе черновых клетей используется контроль межклетевых натяжений без создания на раскате силовой петли. Принцип контроля основан на измерении горизонтальных сил, действующих по поверхности подушек рабочих валков со стойками станин.

Основными функциями УВМ в управлении процессом прокатки в чистовой группе клетей стана являются: рациональное распределение общего обжатия подката по клетям чистовой группы, определение скорости привода валков соответствующих клетей и ускорение всей группы с целью получения готовой полосы с требуемыми стандартом толщиной и планшетностью, а также с заданной температурой за последней клетью стана.

Управление чистовой группой клетей производится по трем режимам. Режим предварительной настройки характеризуется подготовкой чистовой группы стана к прокатке металла по результатам расчета, выполненного на основе данных о подкате, находящемся на промежуточном рольганге. В режиме коррекции настройки, основанной на предыдущем расчете, осуществляется уточнение настройки еще не нагруженных клетей по результатам прокатки металла в первых двух клетях чистовой группы. Дополнительный расчет обеспечивает окончательную настройку механизмов стана

при учете возможности коррекции величин расстановки валков нагруженных клетей, полученной в результате расчета по параметрам процесса прокатанного участка полосы. Результаты расчетов вводятся в виде заданий в системы автоматического регулирования и управления. В 1995 г. при реконструкции по контракту с фирмой «Siemens» была установлена цифровая система *symadin D*, которая заменила систему управления клетями, нажимными устройствами, петледержателями и линейками чистовой группы. Структура управления сохранилась прежняя: верхний уровень (ИВЦ) - уровень базовой автоматики - уровень локальной автоматики (уровень приводов). Расчет скоростей главных приводов производится процессорами шкафа «Master 1», а расчет обжатия металла по клетям - процессорами шкафа «Master 2».

К функциям *symadin D* также относятся визуализация производственного процесса, управление процессами автоматизированного электропривода, диагностика. В комплексе *symadin D* используются толщиномер фирмы «Logal» и шириномер для контроля геометрии полосы, а также датчики импульсов для измерения скорости главных приводов и нажимных устройств.

Современные требования к производственному процессу и готовой продукции вызывают необходимость реконструкции автоматики черновой группы клетей.

Имеющаяся система регулирования, выполненная на базе аналоговой УБСР, морально и физически устарела и не имеет возможности стыковки с современными микропроцессорными систе-

мами. Поэтому ввиду предстоящей реконструкции АСУТП черновой группы клетей стана 2000 система регулирования заменится более современной системой, соответствующей передовым требованиям к средствам автоматизации. В качестве базового элемента используется приводной контроллер *simoreg SM* разработки фирмы «Siemens». В системе используется многопроцессорная структура приводных контроллеров, один из которых является ведущим, выполняющим, помимо функций регулирования тока и генерирования импульсов управления для тиристорных преобразователей, также и функцию регулирования скорости. Функции остальных контроллеров ограничиваются только регулированием тока и генерированием импульсов управления. Необходимая связь между отдельными контроллерами, а также с контроллером возбуждителя осуществляется по средствам специальной внутренней шины. Контроллеры имеют выход на шину *profibus DP* для включения привода в общую систему автоматизации черновой группы.

Предполагаемая реконструкция АСУТП на уровне локальной автоматики и СУЭП даст возможность увеличения производительности стана и повышения качества горячекатаного листа.

Список литературы

1. Бычков В. П. Электропривод и автоматизация металлургического производства. - М.: Высш. шк., 1977. - 391 с.
2. Дружинин П. Н. Непрерывные станы как объект автоматизации. - М.: Металлургия, 1995. - 344 с.

УДК 62-83 (075-8)

Н.В. Кочнев, С.В. Белкова
Черновцовский государственный университет

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИВОДНОГО КОНТРОЛЛЕРА SIMOREG SM В ИНФОРМАЦИОННОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ СУЭП ЧЕРНОВОЙ ГРУППЫ КЛЕТЕЙ СТАНА 2000 ЛШЦ-2 ОАО «СЕВЕРСТАЛЬ»

Электроприводы современных станов горячей прокатки выполняются по системе ТП-ДПТ с раздельным управлением группами вентиляей. Система управления таких электроприводов строится по принципу подчиненного регулирования на элементах унифицированной блочной системы регу-

ляторов или ее модификациях. В системах подчиненного регулирования число регуляторов равно числу регулируемых координат. Система строится таким образом, что выходной сигнал предыдущего регулятора является задающим для послед-

дующего, т.е. работа последнего подчинена работе первого [1].

Существующая в настоящее время СУЭП черновой группы клетей стана 2000 морально и физически устарела и не имеет возможности адаптации с современными микропроцессорными системами. Поэтому ввиду предстоящей реконструкции АСУТП осуществляется замена ее более совершенной и соответствующей современным требованиям к средствам автоматизации. В качестве базового элемента предлагается использовать приводной контроллер Simoreg CM разработки фирмы «Siemens».

Основная сфера применения устройства Simoreg CM - это оснащение и модернизация приводов в существующих установках. В современной технике существуют установки, изготовленные 10-15 лет назад, в которых используется аналоговая техника. При модернизации таких установок двигатель и силовая электрическая часть остаются неизменными. Заменяется только система регулирования и управления. Вследствие этого получается крайне экономичный современный привод с полным набором функций управления и регулирования, управляемый контроллером Simoreg CM.

Составные части Simoreg CM 6 RA 70

1. Модуль CUD1 содержит процессор, обрабатывающий все поступающие на привод сигналы и обеспечивающий управление и регулирование привода. В функции регулирования входят:

- регулирование тока, скорости;
- регулирование момента;
- регулирование ЭДС;
- регулирование тока возбуждения;
- формирование сигнала задания;
- ограничение тока, момента, скорости.

В функции управления входят:

- расчет и формирование импульсов зажигания тиристоров;
- функции раздельного управления;
- включение, останов, блокировка, деблокировка;
- управление от машины верхнего уровня по шине profibus.

Функции, связанные с аналоговыми входами и аналоговыми выходами, бинарными входами-выходами, а также функциональные блоки, связанные с формированием задания и регулирования числа оборотов и тока якоря, вызываются и рас-

считываются синхронно импульсам открывания тиристоров цепи якоря (т.е. каждые 3,33 мс при частоте сети 50 Гц). Функциональные блоки, связанные с регулированием ЭДС и тока возбуждения, формируются и вызываются синхронно импульсам открывания тиристоров цепи тока возбуждения (т.е. каждые 10 мс при частоте 50 Гц).

Все остальные параметры вызываются и обрабатываются с циклом 20 мс.

Устройство Simoreg CM 6 RA 70 позволяет проводить автоматическую оптимизацию параметров СУЭП в следующих режимах:

- оптимизация контура тока якоря;
- оптимизация контура тока возбуждения;
- оптимизация контура скорости;
- оптимизация ослабления магнитного потока.

При оптимизации автоматически определяются и устанавливаются:

- сопротивление и индуктивность якорной цепи;
- сопротивление и индуктивность обмотки возбуждения;
- пропорциональный коэффициент усиления регулятора тока;
- постоянная времени регулятора тока;
- постоянная времени регулятора тока возбуждения;
- пропорциональный коэффициент усиления регулятора тока возбуждения;
- пропорциональный коэффициент усиления регулятора скорости;
- постоянная времени регулятора скорости;
- кривая намагничивания обмотки возбуждения;
- постоянная времени регулятора ЭДС;
- пропорциональный коэффициент усиления регулятора ЭДС.

В случае, если установленные автоматически параметры не обеспечивают желаемой настройки, возможно проведение ручной оптимизации.

Система управления Simoreg CM отслеживает сетевую частоту в диапазоне от 1 до 20 периодов сети и выдает усредненное значение для синхронизирующего напряжения.

Порог переключения моментного управления определяется в процентах от выхода РС. В устройстве Simoreg CM возможен выбор ограничения момента двигателя или тока:

- ограничение и регулирование тока;
- регулирование и ограничение момента;
- регулирование тока с ограничением момента.

2. Модуль CUD2 является дополнительным модулем для CUD1 и служит для расширения аналоговых и бинарных входов, а также для организации связи с аналогичными устройствами.

3. Модуль A7042 выполняет функции интерфейсного модуля. Все сигналы с внешних цепей концентрируются на этом модуле и по специальной внутренней шине передаются в CUD1.

4. Модуль A7043 вырабатывает импульсы управления для тиристоров.

5. Модули A7044 служат для связи с силовой электрической частью привода. На них поступают сигналы:

- напряжение синхронизации;
- выпрямляемое напряжение;
- сигналы перегорания предохранителей;
- обратная связь по току.

Особенностью устройства Simoreg CM является то, что напряжение синхронизации берется непосредственно с обмоток НН силовых трансформаторов. Обратная связь по току осуществляется через трансформаторы тока на стороне переменного напряжения. Обратная связь по скорости реализована через импульсный датчик.

Интерфейс пользователя с Simoreg CM осуществляется с помощью:

- встроенной панели управления PMU;
- PC (по RS232);
- переносной панели-программатора OP1S.

Изготовителем Simoreg CM фирмой "Siemens" в процессе эксплуатации разрешается проводить следующие операции:

- параметрирование;
- чтение параметров, загрузку и выгрузку блоков параметров;
- установку опциональных модулей.

Параметрирование заключается в присвоении

необходимым параметрам режима нужных значений и в конфигурировании устройства по конкретным условиям. В составе Simoreg CM имеются как стандартные конфигурации (для одно- или двухзонного регулирования), так и технологические модули для решения более сложных задач. Краткие технические характеристики системы Simoreg CM приведены в таблице.

Таблица
Технические характеристики Simoreg CM

Напряжение якоря двигателя	85/250/575/1000В
Питание собственных нужд	2АС 380-460В, 1А; 1АС 190-230В, 2А; частота сети 45-60 Гц
Точность регулирования	0,006 % от расчетной скорости двигателя в режиме работы от импульсного датчика и при цифровом задании; 0,1 % - в режиме работы от тахогенератора и аналоговом задании

Система, сконфигурированная на Simoreg CM, дает возможность для управления и регулирования ДПТ любого назначения в диапазоне мощности от нескольких кВт до 6-8 МВт. Перевод СУЭП на приводные контроллеры даст возможность повысить производительность и качество прокатываемого металла на черновой группе клетей стана 2000 ЛПЦ-2.

Список литературы

1. Справочник по автоматизированному электроприводу / Под ред. В.А. Елисеева, А.В. Шинянского. - М.: Энергоатомиздат, 1983. - 616 с.

УДК 62-83 (075-8)

М.В. Седова, С.В. Белкова
Череповецкий государственный университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГРАФИЧЕСКОГО РЕДАКТОРА СТРУКТУРНОЙ МОДЕЛИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА НЕЗАВИСИМОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ В СРЕДЕ DS-88RU

Математическое описание динамических режимов электродвигателей постоянного тока независимого возбуждения (ЭДПТ НВ) может быть получено на основании обобщенных уравнений

электрохимического преобразования энергии [2].

Рассматривая двигатель как элемент электро-механической системы, целесообразно механиче-

скую инерцию ротора и момент потерь на его валу отнести к механической части системы, считая механическими переменными электромагнитный момент двигателя M и скорость вращения его ротора Ω .

Гипотетически ЭДПТ НВ можно разделить на три узла: вращающийся совместно с рабочей машиной ротор, якорную цепь и цепь возбуждения. Тогда структурная модель функционального уровня электродвигателя принимает вид, показанный на рис. 1.

Указанные уравнения имеют следующий вид: для якорной цепи:

$$U_a = R_a i_a + L_a \frac{di_a}{dt} + E; \quad (2)$$

$$E = k \Phi \Omega,$$

где U_a - напряжение, приложенное к обмотке якоря; L_a, R_a - индуктивность и активное сопротивление обмотки; E - ЭДС двигателя; Φ - магнитный поток возбуждения; k - конструктивный коэффициент двигателя;

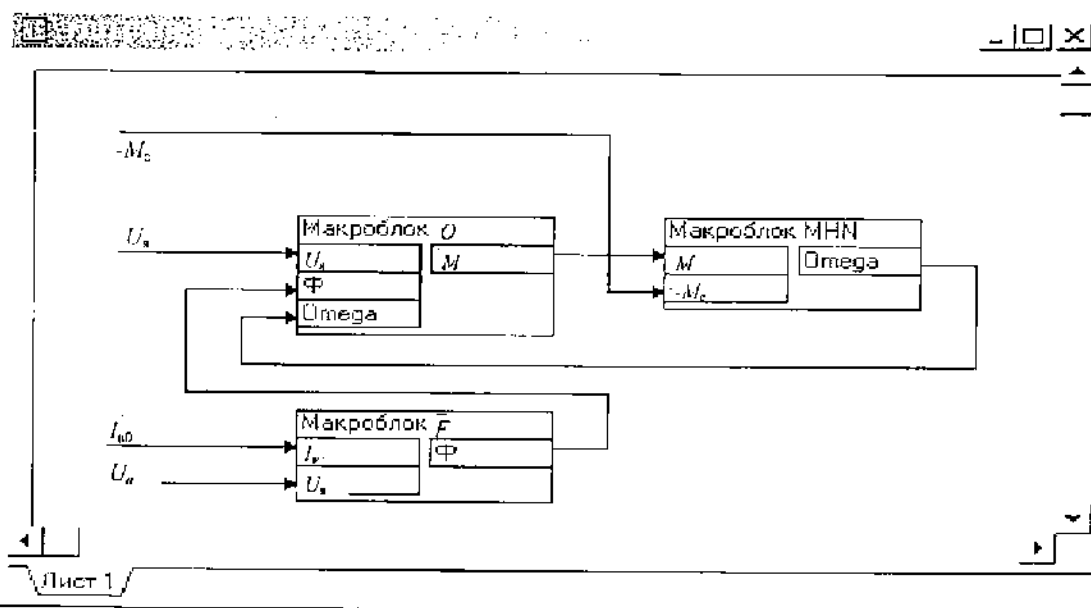


Рис. 1. Обобщенная СМФУ электродвигателя постоянного тока

Динамика механической части системы "двигатель - рабочая машина" описывается упрощенным уравнением движения:

$$M - M_c = J \frac{d\Omega}{dt}, \quad (1)$$

где M_c - приведенный момент статического сопротивления.

Уравнение (1) позволяет представить механическую часть в виде функционального блока МН, схема которого приведена на рис. 2.

Процессы электромеханического преобразования энергии в ЭДПТ НВ описываются уравнениями баланса напряжения в якорной цепи и цепи возбуждения и являются основой для построения внутренних схем блоков Q и F.

для цепи возбуждения:

$$U_b = R_b i_b + L_b \frac{di_b}{dt}; \quad (3)$$

$$\Phi = f(i_b),$$

где U_b - напряжение, приложенное к обмотке возбуждения; L_b, R_b - индуктивность и активное сопротивление обмотки.

Для построения структурных моделей блоков Q и F преобразуем уравнения (2) и (3) при одно-временной подстановке $s = \frac{d}{dt}$. В результате получим:

$$i_a = (U_a - E) \frac{1}{1 + T_a s}; \quad (4)$$

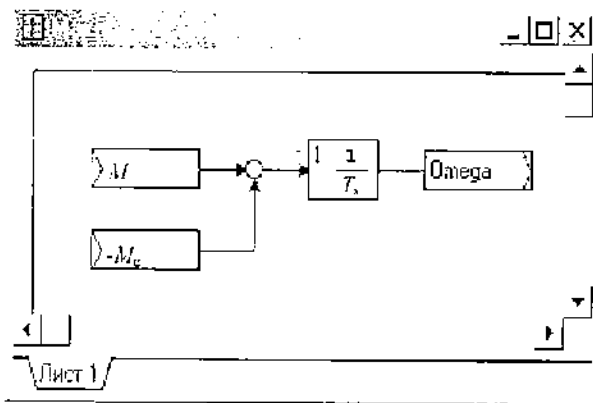


Рис. 2. Внутренняя схема блока M11N

$$i_a = \frac{1}{L_a s} (U_a - R_a i_a) + I_{a0}, \quad (5)$$

где $T_x = \frac{L_a}{R_a}$ - электромагнитная постоянная якорной цепи двигателя.

В соответствии с уравнениями (4) и (5), внутренние схемы функциональных блоков Q и F принимают вид, приведенный на рис. 3.

При неизменном магнитном потоке ($\Phi = \text{const}$) структурная модель ФБ Q значительно упрощается (рис. 4), а ФБ F становится ненужным. В этом случае вместо произведения переменных вводится постоянный коэффициент

$$C = k \Phi$$

и вся модель ЭДПТ НВ будет содержать лишь четыре базовых динамических элемента.

Не изменяя обобщенную схему СМФУ, можно построить множество вариантов структурных моделей электродвигателя, в том числе и при учете упругих свойств передаточных устройств, люфтов и зазоров в них [1], [3].

В качестве примера рассмотрим вариант модели ФБ F, позволяющей более корректно имитировать процессы в обмотке возбуждения [4]. Если учесть, что индуктивность обмотки возбуждения определяется выражением

$$L_a = 2 p_a w_a \sigma \frac{d\Phi}{di_a},$$

где p_a - число пар полюсов; w_a - число витков; σ - коэффициент рассеяния обмотки возбуждения, то уравнение баланса напряжений принимает вид

$$U_a = R_a i_a + 2 p_a w_a \sigma \frac{d\Phi}{dt}. \quad (6)$$

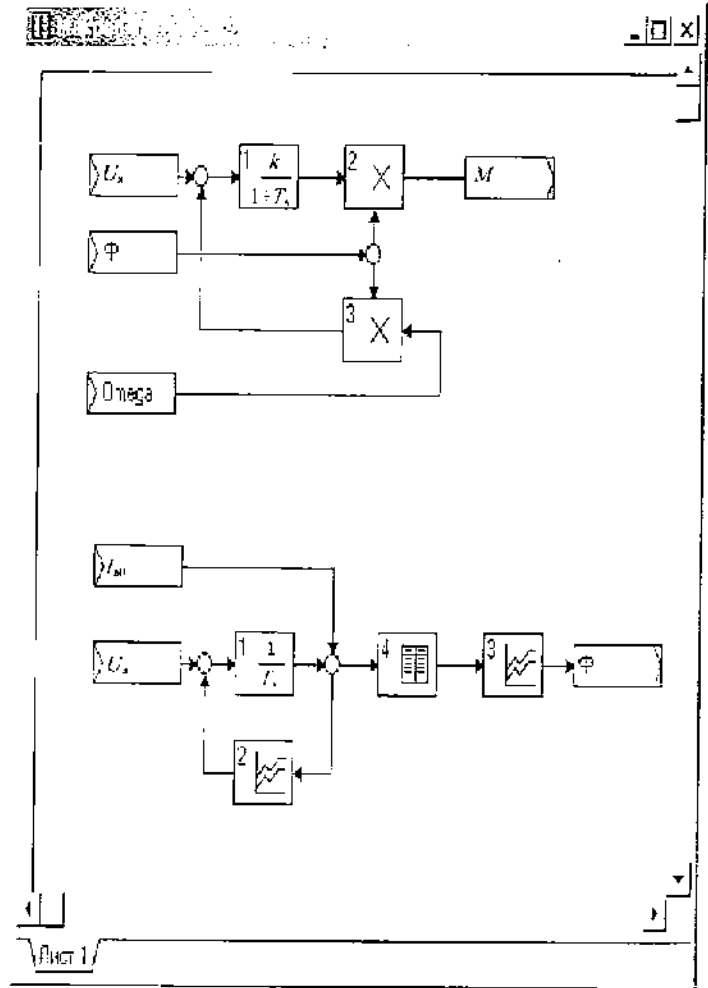


Рис. 3. Внутренние схемы блоков Q(a) и F(b)

Применяя к (6) преобразование Лапласа с учетом начальных условий, получим

$$U_a(s) - R_a i_a(s) + 2 p_a w_a \sigma [s \Phi(s) - \Phi(0)],$$

откуда

$$\Phi(s) = [U_a(s) - R_a i_a(s)] \cdot \frac{1}{2 p_a w_a \sigma s} + \Phi(0). \quad (7)$$

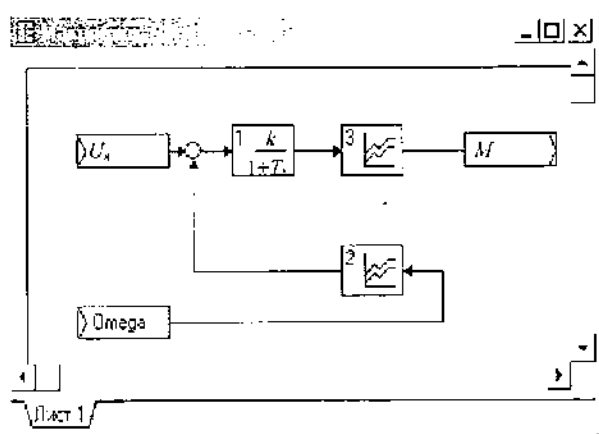


Рис. 4. Внутренняя схема ФБ Q при $\Phi = \text{const}$

Выражению (7) будет соответствовать структурная модель ФБ F_1 , приведенная на рис. 5. Здесь для получения мгновенных значений тока возбуждения используется таблично заданная зависимость $i_a = f(\Phi)$.

Список литературы

1. Киндлер Е. Языки моделирования / Пер. с чешск. - М.: Энергоатомиздат, 1985. - 288 с.

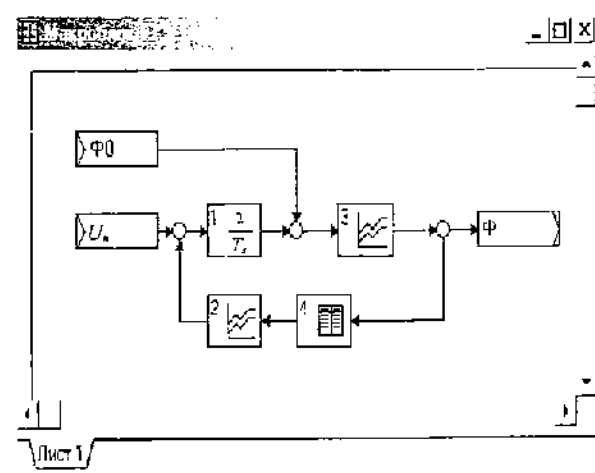


Рис. 5. Внутренняя схема блока F_1

2. Ключев В.И. Теория электропривода. - М.: Энергоатомиздат, 1985. - 560 с.
 3. Колганов А.Р., Пантелеев Е.Р. Имитационное моделирование динамических систем в САПР: Учеб. пособие. - Иваново: ИЭИ, 1990 - 88 с.
 4. Копылов И.П. Математическое моделирование электрических машин. - М.: Высш. шк., 2001. - 327 с.

УДК 621.391

В.А. Шабалов, В.Л. Тамп, В.Н. Носиков
 Череповецкий государственный университет,
 Череповецкий военный инженерный институт радиоэлектроники

АНАЛИТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ НЕЛИНЕЙНОГО РЕШЕТЧАТОГО КОДЕРА

С целью повышения эффективности функционирования цифровых телекоммуникационных систем все более интенсивное развитие находят сигнально-кодовые конструкции (СКК). Они позволяют в условиях имеющихся существенных ограничений на энергетику и занимаемую полосу частот добиться одновременного повышения надежности и скорости передачи информации. Наиболее распространенными СКК являются конструкции на основе непрерывных решетчатых кодов.

Существующие подходы к описанию данных кодов не позволяют в полной мере реализовать анализ возможных характеристик СКК.

Основным способом аналитического описания кодеров линейных непрерывных кодов (НК) является их представление в виде порождающих и проверочных матриц. Для отображения нелинейных решетчатых кодов (НРК) используются решетчатые диаграммы.

Известно, что любая решетчатая диаграмма R кодера РК представляет собой полубесконечный граф вида $G_R(V)$, описывающий связь структуры кодера с состояниями его регистров и выходными последовательностями символов.

Структура графа определяется структурой кодера. Граф включает в себя подграфы, определяемые возможными изменениями состояний кодера

за время тактового интервала его работы. Число состояний кодера определяет количество начальных вершин графа. Кодер преобразует k информационных символов (элементов поля $GF(2)$) в $k + 1$ выходных кодовых символов, являющихся комбинациями над полем $GF(2)$ входных символов из предшествующих v блоков. Топология графа имеет регулярную структуру, определяемую длиной кодового ограничения v . Исходя из этого, возможно описание структуры кодера конечным графом на периоде времени, равном $2v$ тактов.

Пусть G_R – граф, при этом $G_R = G_R(V)$, где V – множество вершин графа; v_k – k -я вершина графа, при этом $v_k \in V$; $E_{a,b} = (v_a, v_b)$ – направленное ребро, указывающее, какие две вершины графа соединены между собой.

Таким образом, $G_R(V)$ есть некоторое семейство ребер вида $E = (v_a, v_b)$ при $v_a, v_b \in V$, указывающее на то, какие вершины считаются соединенными [1].

При кодировании входной информационной последовательности на выходе РК образуется уникальная выходная последовательность, полученная при прохождении по определенному пути РД, определяемому входной последовательностью.

Данный путь $P(E)$ можно записать как упорядоченную конечную последовательность ориентированных ребер E в виде

$$P(E) = (E_1, \dots, E_i, E_{i+1}, \dots, E_j) = (E_1(v_a, v_b), \dots, E_i(v_i, v_j), E_{i+1}(v_j, v_k), \dots, E_j(v_x, v_y)).$$

Особенности структуры нелинейного РК определяют наличие запрещенных переходов между точками РД, т.е. наличие запрещенных переходов в РД РК обуславливает отсутствие ряда ребер в $G_R(V)$. Таким образом, для РК $G_R(V)$ является неполным.

Граф $G_R(V)$ может быть представлен в виде:

- матрицы смежности вершин $M(G)$;
- матрицы смежности ребер $K(G)$;
- матрицы инцидентности $M_i(G)$.

Интерпретация графа в матричной форме однозначно определяет его внутреннюю структуру (положение ребер и их ориентацию), но не учитывает динамику функционирования кодера.

Наиболее информативной в этом случае является матрица инцидентности $M_i(G)$, устанавливающая однозначное соответствие между входными символами кодируемой последовательности и возможными переходами по решетчатой диаграмме. Однако ни одна из приведенных матриц

не устанавливает однозначного соответствия между фрагментами входных (состояния регистров) и выходных (состояния выходов) последовательностей описываемого решетчатого кодера.

Для отображения кодовых комбинаций на выходе РК предлагается использовать трехмерный граф $G_R = G_R(V)$, отображающий возможные состояния РК, переходы между ними и значения на выходе кодера. Значения осей координат для данного графа представлены на рис. 1.



Рис. 1. Оси координат предлагаемого графа

Здесь мера j отображает конкретную выходную комбинацию РК. Следовательно, предельное значение меры j_{\max} будет определяться числом выходных состояний кодера и рассчитываться как $j_{\max} = 2^{k-1}$.

Мера i отображает текущее состояние кодера, обеспечивая тем самым связь графа с входным цифровым потоком. Предельное значение i_{\max} определяется величиной кодового ограничения v и рассчитывается как $i_{\max} = 2^v$.

Мера n отображает состояние кодера и выходные значения в данный такт работы. Предельное значение n_{\max} определяется в зависимости от значения v и рассчитывается как $n_{\max} = 2v$. Таким образом, $G_R = G_R(V) = G_R(\{v_{1,1,1}, \dots, v_{i_{\max}, j_{\max}, n_{\max}}\})$.

На рис. 3 изображен фрагмент трехмерного графа, описывающего структуру НРК и представленного на рис. 2 при переходе из такта $n-1$ в n .

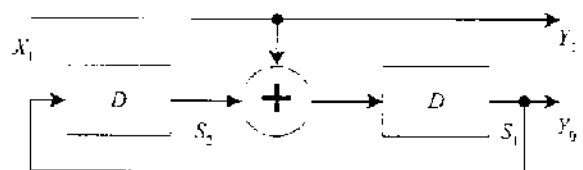


Рис. 2. Графическое представление РК

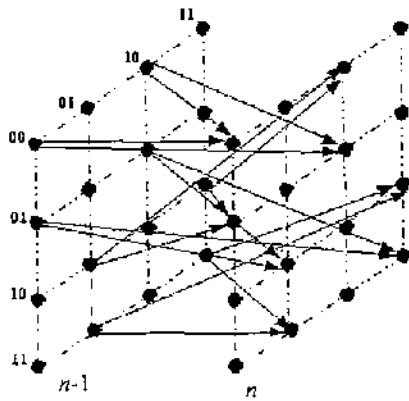


Рис. 3. Фрагмент трехмерного графа

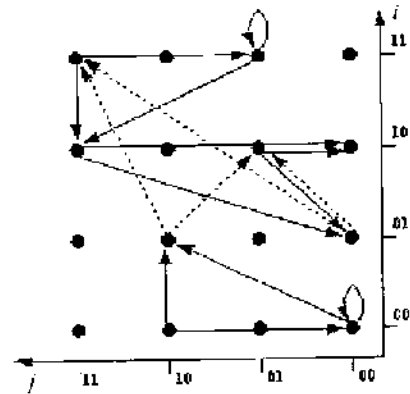


Рис. 4. Проекция графа на плоскость i, j

Данный трехмерный граф предлагается разложить на три связанные между собой двумерные проекции:

$$G_R(v_{i,j,n}) = \{G_R(v_{i,i}), G_R(v_{j,n}), G_R(v_{i,n})\}.$$

Любую из представленных проекций возможно описать с использованием матрицы инцидентности.

Проекция $G_R(v_{i,n})$ и соответствующая ей $M_1(G_R(v_{i,n}))$ являются отображением РД нелинейного РК в классическом виде. Они указывают возможные изменения в состоянии кодера в зависимости от входных параметров.

Матрица $M_1(G_R(v_{i,n}))$, отображающая граф $G_R(v_{j,n})$, определяет возможность появления текущих выходных значений от предыдущих.

Проведенный анализ показал, что проекция, описываемая как $M_1(G_R(v_{j,i}))$, является независимой от временных параметров и однозначно описывает взаимосвязь входных и выходных значений кодера. Соответствующий данной проекции двумерный граф представлен на рис. 4. Уникальность $M_1(G_R(v_{j,i}))$, зависящей только от структуры конкретного кодера, позволяет идентифицировать используемую на линии связи СКК по типу применяемого в ней ПРК.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	1	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	1	1	0	0	-1	0	-1	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	-1	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	-1	0	-1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	-1
9	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	-1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	-1	-1	0
16	0	0	0	0	0	-1	0	-1	0	0	0	0	0	0	1	1

Совокупность матриц $M_1(G_R(v_{i,i})), M_1(G_R(v_{j,n})), M_1(G_R(v_{i,n}))$ полностью отражает структуру кодера и взаимосвязь входных и выходных цифровых потоков, т.е.

$$G_R(v_{i,j,n}) = \{M_1(G_R(v_{i,j})), M_1(G_R(v_{i,n})), M_1(G_R(v_{j,n}))\}.$$

С учетом того, что $G(V)$ является конечным, для его описания достаточно на основе структуры решетчатого кодера:

— определить k вершин графа $G(V)$, при этом $k = n_{\text{мск}} \cdot j_{\text{мск}} \cdot i_{\text{мск}}$;

— указать ребра $E (E = (v_i, v_j, v_n))$, связывающие вершины данного графа.

Итак, существующие методы представления не позволяют адекватно описать структуру нелинейных кодеров непрерывных решетчатых кодов.

Нами предложено описание структуры нелинейных кодеров на основе трехмерного графа вида

$G_R(v_{i,j,n}) = \{G_R(v_{i,i}), G_R(v_{j,n}), G_R(v_{i,n})\}$, однозначно описывающего структуру кодера НРК.

Матрицы инцидентности проекций предлагаемого графа однозначно описывают структуру кодера

$$G_R(v_{i,j,n}) = \{M_1(G_R(v_{i,j})), M_1(G_R(v_{i,n})), M_1(G_R(v_{j,n}))\}.$$

Проекция трехмерного графа, описываемая как $M_1(G_R(v_{i,i}))$, является независимой от временных параметров и однозначно описывает взаимосвязь входных и выходных значений кодера.

Список литературы

- Оре О. Теория графов. — 2-е изд. — М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы. 1980. — 336 с.

Е.И. Балунин, В.Л. Тави, В.А. Шабалов

Череповецкий военный инженерный институт радиоэлектроники.
Череповецкий государственный университет

УДК 621.391

РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА СВЕРТКИ ЦИФРОВЫХ ПОТОКОВ В ПОЛЕ GF(2)

Значительное многообразие видов простого и помехоустойчивого кодирования, применяемых в современных системах связи, а также возможность оперативного изменения параметров кодеров в зависимости от внешних условий обуславливает необходимость решения задач как обнаружения наличия блокового кодирования в цифровом потоке (ЦП), так и определения вида и характеристик применяемого кодера.

Однозначно помехоустойчивый код может быть описан с помощью порождающей G или проверочной H матриц [2].

При отсутствии ошибок в принимаемых кодовых комбинациях v , структура порождающей и проверочных матриц, а значит и характеристики используемого кодера достаточно просто определяются с использованием метода Гаусса.

В реальных каналах связи (КС) высока вероятность появления ошибок, что вызывает ряд проблем при применении классических подходов.

Поскольку каждый проверочный элемент помехоустойчивого кода является результатом проверки на четность набора информационных элементов, выбор которых определяется соответствующей строкой проверочной матрицы, предлагается оценить наличие в исследуемом ЦП возможных вариантов проверок на четность при априорной неопределенности относительно вида и параметров помехоустойчивого блокового кода.

Для анализа предлагается использовать набор B возможных проверочных векторов-строк $h_j, j = 1, \dots, B$ размера l , где l соответствует максимально возможной длине кодовых комбинаций в анализируемом цифровом потоке $\{v\}$. Предполагается, что размеры выборки ЦП, $L \gg l$.

Для определения наличия и параметров избыточного кодирования предлагается провести анализ результатов свертки набора h_i проверочных векторов-строк с фрагментами исследуемого цифрового потока.

Предлагается реализовать последовательную свертку на всей длине анализируемой последовательности со сдвигом на один символ:

$$y(b) = \bigoplus_{i=0}^{l-1} v(i+b) \cdot h_i(i),$$

$$b = 0, 1, \dots, L-l+1. \quad (1)$$

Последовательность результатов рассматриваемой операции свертки используемого вектора-строки с фрагментами исследуемой последовательности формируется путем последовательного побитного сдвига. Данную последовательность операций можно представить в виде

$$y_0 = v_0 \otimes h_0 \oplus v_{-1} \otimes h_1 \oplus \dots \oplus v_{l-1} \otimes h_{l-1};$$

$$y_1 = v_{-1} \otimes h_0 \oplus v_{-2} \otimes h_1 \oplus \dots \oplus v_{-l+1} \otimes h_{l-1};$$

$$\dots$$

$$y_l = v_{-l} \otimes h_0 \oplus v_{-l+1} \otimes h_1 \oplus \dots \oplus v_{-1} \otimes h_{l-1},$$

где v_k — k -й элемент, полученный в результате свертки комбинации маски $[h_0, h_1, \dots, h_l]$ с элементами исходной последовательности v_i .

Особенностью формирования значений данной свертки является реализация арифметических операций в поле GF(2).

Каждое из значений $y(b)$ свидетельствует о наличии ($y(b) = 0$) либо об отсутствии ($y(b) = 1$) проверок на четность в соответствии с применяемым вектором-строкой v_m .

Такие свертки рассчитываются для всех возможных вариантов используемых векторов-строк.

Если $H_m(x) = h_l x^l + h_{l-1} x^{l-1} + \dots + h_1 x^1 + \dots + h_0 x^0$ — аналитическая запись одной из вектор-строк проверки, то полиномы $F_j(x) = x^j (v_l x^l + v_{l-1} x^{l-1} + \dots + v_1 x^1 + \dots + v_0 x^0)$, $j = 0, 1, \dots, L-l, \text{ mod } (x^n + 1)$ представляют собой отображения возможных вариантов сдвигов исходной маски.

Тогда если $H_m(x) \cdot F_j(x) = 0$, то m -й проверочный вектор соответствует j -му фрагменту исследуемой последовательности, т. е. на данном фрагменте выполняются условия проверки на четность.

В результате дальнейших побитных сдвигов по исследуемому цифровому потоку условие проверки на четность будет выполняться всякий раз при фазировке проверочного вектора с границами каждой из кодовых комбинаций помехоустойчивого кода.

Таким образом, двоичная кодовая последовательность $y(b)$, представляющая собой результат свертки анализируемого цифрового потока с проверочным вектором, при наличии избыточного кодирования и при совпадении данного вектора с одной из строк проверочной матрицы будет периодической, причем ее период будет кратен длине кодовой комбинации b .

Поэтому следующим этапом анализа является оценка наличия периодичности единичного элемента в $y(b)$ с периодом l .

Вектора-строки, результаты свертки с которыми являются периодическими, могут быть использованы для построения $H(n, k)$.

Рассмотрим ЦП, содержащий код с постоянным весом (КПВ).

Утверждение. Пусть $F_j(x) = (v_{l,j} x^l + v_{l-1,j} x^{l-1} +$

$+ \dots + v_{1,j} x^1 + \dots + v_{0,j} x^0)$ является j -й кодовой комбинацией кода с постоянным весом. Тогда результаты свертки (1) $H_m(x)$ с $F_j(x)$ будут нулевыми, если все коэффициенты полинома $H_m(x)$ равны единице ($h_l = h_{l-1} = \dots = h_1 = \dots = h_0 = 1$).

Доказательство. Если $h_l = h_{l-1} = \dots = h_1 = \dots = h_0 = 1$, то результат свертки (1) примет вид

$$y(b) = \bigoplus_{i=0}^{l-1} v_j(i+b).$$

При значении сдвига $b = 0$ начало проверочного вектора совпадает с началом j -й кодовой комбинации. Тогда

$$y(0) = \bigoplus_{i=0}^{l-1} v_j(i).$$

Следовательно, для кода с постоянным весом значение результата свертки будет постоянной величиной при каждом совпадении проверочного вектора с границами j -й кодовой комбинации.

Поскольку ЦП при передаче по реальным каналам связи подвергаются воздействию помех, в исследуемом v_m будут наблюдаться искажения элементов, что, в свою очередь, приведет к нарушению периодичности в $y(b)$ с периодом l . Поэтому возникает задача определения необходимо-

го размера выборки v_m и требуемого порогового значения совпадений элементов с периодом b в зависимости от вероятности ошибки в КС.

Рассмотрим ЦП, переданный по двоичному симметричному КС с вероятностью искажения элемента цифрового потока P_m . При проведении анализа ЦП выдвигаются две возможные гипотезы:

- H_1 — анализируемый ЦП содержит КПВ;
- H_0 — в анализируемом ЦП отсутствует избыточное кодирование.

Пусть априорные вероятности гипотез равны, т. е. $P(H_1) = P(H_0) = 0,5$. При этом вероятность суммарной ошибки находится по формуле полной вероятности [1]:

$$P_e = P(H_0)P(H_1/H_0) + P(H_1)P(H_0/H_1) = 0,5(P(H_1/H_0) + P(H_0/H_1)).$$

При наличии периодичности в цифровом потоке после преобразования (1) при $h_i = h_{i-1} = \dots = h_1 = \dots = h_0 = 1$ на выборке анализа, согласно доказанному утверждению? принимается гипотеза H_1 . В этом случае $P(H_1/H_0)$ — вероятность возникновения случайной периодичности элементарного символа на выборке анализа (P_{1s}), а $P(H_0/H_1)$ — вероятность отсутствия периодичности в результате воздействия помех (P_{pp}), причём:

$$P_{1s} = b \cdot \left(\sum_{i=1}^k C_g^i ((1-P_0) \cdot P_1)^i \cdot (1 - (1-P_0)P_1)^{g-i} \right),$$

$$P_{pp} = 1 \cdot \left(\sum_{i=1}^k C_g^i (1-P_0)^i \cdot P_0^{g-i} \right),$$

$$P_0 = \sum_{i=1}^w C_w^i P_0^i (1-P_0)^{w-i}, \quad i=1, 3, \dots, w$$

$$P_e = (P_{1s} + P_{pp}) / 2, \quad (2)$$

где b — длина проверочного вектора; g — число кодовых слов, подвергаемых анализу; j — число периодических совпадений на g ; P_1 — вероятность появления 1; P_0 — вероятность искажения одиночного символа в "свернутом" ЦП; P_m — вероятность ошибки в исследуемом ЦП; w — вес проверочного вектора.

При заданных P_0 и P_e возможно нахождение требуемых g и j путем решения уравнения (2). В результате требуемый объем выборки анализа составит g длин проверочного вектора, а число совпадений — j . Так, для обнаружения в ЦП КПВ предложенным методом при ошибке в канале связи 0,01 и вероятности ошибки при принятии решения 0,03 необходима выборка не менее чем из 12 длин проверочного вектора, а порог принятия решения составит $j/g = 0,83$.

Итак, нами предложен способ анализа ЦП на предмет обнаружения избыточного блокового кодирования.

На примере анализа ЦП с КПВ определены выражения для граничных значений объема исследуемого потока и порога принятия решения о наличии кодирования.

Список литературы

1. Венцель Е. С., Овчаров Л. А. Теория вероятности и её инженерные приложения. — М.: Высш. шк., 2000. — 480 с.
2. Питерсон У., Уэлдон Э. Коды, исправляющие ошибки / Пер. с англ. — М.: Мир, 1976. — 594 с.

Раздел VII

ЭКОНОМИКА

УДК 519.58.02

В.В. Плащенко

Череповецкий государственный университет

МИРОВОЗЗРЕНЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМ

В публикациях [1] - [3] проведено обобщение существенных видов управленческой деятельности в небольшое число категорий, которые в настоящее время считаются общепринятыми применительно ко всем организациям. Это четыре первичные функции управления: *планирование, организация, мотивация и контроль*, связанные в единый процесс управления. Однако, на мой взгляд, данный вариант первичных функций управления слабо отражает значимость ситуационного мышления, которая ярко проявляется в функции прогнозирования, предшествующей функции планирования.

Функция прогнозирования предполагает уяснение задач организации; оценку прогнозируемой обстановки, в которой предполагается решение выявленных (поставленных) задач; разработку замысла организации и принятия решения о том, какими должны быть цели организации и что должны делать члены организации для достиже-

ния этих целей. Прогноз является конечным результатом разработки замысла организации, в котором указываются вероятностные характеристики осуществления событий в заданные (определенные) промежутки времени с предвиденными качественными и (или) количественными показателями организации (системы). Принятие решения – конечный результат функции прогнозирования, состоящий в выборе наилучшего варианта действий, с наиболее предпочтительной иерархией способов достижения целей организации конкретными исполнителями.

В такой постановке прогнозирование состоит в предвидении и определении возможных вариантов решения определенных задач для достижения намеченных целей, тенденций их развития с учетом вероятного состояния объектов и субъектов управления.

Функция планирования предполагает разработку обоснованного по необходимым затратам и на-

личным ресурсам варианта нормативно-правовых и планирующих документов, которые отражают план достижения целей организации с указанием ранжированной ценности способов (вариантов) их достижения конкретными исполнителями к заданному (установленному) сроку с учетом возможных изменений прогнозируемой обстановки.

Функция организации предполагает создание некой структуры, определение роли и задачи каждого из элементов этой структуры. Чтобы организация могла выполнять свои планы и достигать поставленных целей, необходимо структурировать множество элементов деятельности, представляющих конкретные задания организации.

Функция мотивации заключается в осуществлении действий, обеспечивающих выполнение работы всеми членами организации в соответствии с делегированными им служебными обязанностями и соотносясь с планом. Конечной целью функции мотивации является создание внутреннего побуждения к необходимым действиям.

Функция контроля направлена на обеспечение того, что организация действительно достигает своих целей. Известны три аспекта управленческого контроля. Первый аспект – установление стандартов – это точное определение целей, которые должны быть достигнуты в обозначенном интервале времени. Его основой являются планы, разработанные в процессе планирования. Второй аспект – это измерение того, что было действительно достигнуто за определенный интервал времени, и сравнение достигнутого с ожидаемыми результатами. Третий аспект – осуществление необходимых действий для коррекции серьезных отклонений от первоначального плана.

Если термин «управление» отражает статику и остается неизменным, то процесс управления выражает динамику его осуществления, так как он превращается в действия и операции, которые изменяются, развиваются и совершенствуются. В соответствии с рассмотренными пятью функциями процесс управления в формализованном виде можно представить следующим образом:

ПУ = ППлр \wedge ППпл \wedge ППорг \wedge ППм \wedge ППук,

где ППлр – подпроцесс прогнозирования, включающий выяснение задачи, оценку прогнозируемой обстановки, разработку замысла, принятие реше-

ния; ППпл – подпроцесс планирования; ППорг – подпроцесс организации; ППм – подпроцесс мотивации; ППук – подпроцесс учета и контроля.

С учетом данного представления под структурой органа управления следует понимать состав, обязанности, права, ответственность, соподчиненность и взаимоотношения частей, предназначенных для реализации процесса управления объектом в целом, или отдельных подпроцессов, функций, подфункций и операций.

В настоящее время возможности средств, осуществляющих управленческие операции, оцениваются по величине производительности, а возможности систем, выполняющих управленческие операции, – по величине показателя эффективности (оперативности, результативности). При этом под эффективностью понимаются как результат, достигнутый системой, так и возможности его достижения. Наличие таких различий в понимании содержания обобщенного показателя качества организационных систем предопределило разнообразие методик, применяемых без строгих ограничений, связанных с особенностями функционирования систем управления. Отсюда возникает необходимость обоснования мировоззренческих основ оценки эффективности управления организационных систем.

Обоснование категории «эффективность управления»

Для обоснования категории «эффективность управления» предъявим к ее содержанию следующие основные требования.

Первое требование. Категория «эффективность управления» в соответствии с содержанием управления организационной системы должна отражать многоаспектность, многофакторность, многокритериальность и разнообразность (разновидность) решаемых задач и интересах достижения его цели.

Второе требование. Категория «эффективность управления» должна по своей сущности соответствовать и дополнять категорию «эффективность организационной системы» так же, как частное дополняет общее. Учитывая, что эффективность организационной системы – это прежде всего ее свойство, отражающее результат проявления

всей совокупности факторов, которые определяют ход и исход достижения конечной цели, эффективность управления тоже должна быть свойством (исходя из его сущности).

Третье требование. Трудно назвать область знаний, которая превосходила бы управление своей многоаспектностью, многофакторностью и многокритериальностью. И тем не менее все это многообразие аспектов необходимо решать целостно, комплексно и многовариантно. В этой связи категория «эффективность управления» должна отражать совокупность основных факторов, влияющих на характер организованных действий органов управления.

Четвертое требование. В общей теории управления эффективность относится к характеристике процесса управления конкретными объектами. В общем понятии управления фиксируется лишь обязательное наличие факта достижения цели, без регистрации которого процесс управления не завершается. Но управление можно признать успешным лишь тогда, когда выбраны такие способы, средства и воздействия, которые приводят к достижению поставленной субъектом управления цели. Отсюда категория «эффективность управления» должна отражать свойство конечного результата — цели организационных действий органов управления.

С учетом данных требований эффективность управления может определяться как степень влияния действий органов управления на достижение (при прочих равных условиях) конечных целей организационной структуры посредством реализации (использования) потенциальных возможностей органов управления в данной конкретной обстановке.

В данном определении рассматриваемая категория, во-первых, отражает содержание управления организационной системы, во-вторых, показывает, что эффективность управления является составной частью эффективности организационной системы, в-третьих, характеризует целенаправленные действия органов управления при всей совокупности факторов, в-четвертых, отражает конечный результат действий организационной системы.

Таким образом, категория «эффективность управления» имеет дефиницию — степень влияния

действий органов управления на достижение (при прочих равных условиях) конечных целей организационной структуры при реализации (использовании) потенциальных возможностей органов управления в данной конкретной обстановке.

Раскрытие целей и принципов оценки эффективности управления

Оценка эффективности управления должна быть направлена не только на обоснование направлений совершенствования (развития) управления, его организации и осуществления, но и на выявление законов (закономерностей) и на их основе на уточнение (определение) принципов управления и других научных выводов. Это теоретическая цель данной оценки.

Прагматические цели оценки эффективности управления должны быть направлены на выбор способов, на определение воздействий и обоснование средств достижения его конечной цели. Поэтому цель оценки эффективности управления организационными системами состоит, в первую очередь, в определении того, в какой мере сложившиеся способы управления, варианты его организации и осуществления отвечают реальным условиям и требованиям.

Во-вторых, оценка эффективности управления необходима для поиска рациональных (оптимальных) способов реализации управления, вариантов его организации и осуществления. Это позволяет заблаговременно, еще до проведения мероприятий по совершенствованию управления, оценивать и прогнозировать их результативность, придавать им целенаправленный характер.

В-третьих, оценка эффективности управления необходима для поиска путей его развития и их реализации в организациях на основе новых принципов, рациональных способов и вариантов его организации и осуществления. Это позволяет количественно оценить преимущества от развития (совершенствования) структуры управления, организационно-штатного состава субъектов и объектов управления.

В основу оценки эффективности управления должны быть положены такие принципы, как принцип эффективности управления, принцип

экономичности управления, принцип соответствия способов, средств и воздействия закономерностям, присущим объектам управления, принцип интегральности управления.

Принцип эффективности управления накладывает на процесс управления ограничения. Первое ограничение касается установления периода времени, в конце которого процесс управления должен завершиться достижением цели. Второе ограничение относится к самой цели – эффективность управления должна определяться по достижению конечной цели. Поэтому принцип эффективности управления выражает достижение конечной цели Цк управления объектом в целом Оц к концу определенного периода времени Тк, что в формализованном виде можно представить следующим образом:

$$Пэ = (Цк \wedge Оц \wedge Тк),$$

где Пэ – принцип эффективности управления; Цк – достижение конечной цели в процессе управления объектом в целом (Оц) к концу периода времени Тк; знак \wedge обозначает русское И.

В данной постановке критерий оценки эффективности управления в двоичной мере выражается следующим образом: если при проверке качества работы органа управления зафиксировано достижение конечной цели в заданный срок по всему объекту управления, то управление было эффективным, а если такого результата не обнаружено, то управление было неэффективным.

Так как процесс управления состоит из подпроцессов прогнозирования, планирования, организации, мотивации и контроля, то определение и выбор цели с последующей реализацией способов, воздействий и средств достижения конечной цели во многом зависит от степени научной разработки теории и технологии осуществления всех пяти подпроцессов управления и от умения ими пользоваться в практике управления.

Принцип экономичности управления предполагает меру затрат ресурсов (трудовых, материальных, финансовых и др.) на достижение конечной цели. Данный принцип накладывает ограничения на меру затрат при выборе способов, средств и воздействий также с учетом моральных затрат как руководителей, так и исполнителей.

Принцип экономичности управления накладывает условия поиска наименьших затрат на достижение конечной цели в процессе выбора наиболее предпочтительного варианта, что можно представить следующим образом:

$Пэ \rightarrow \min Z = \min (Z_1 \wedge Z_2 \wedge Z_3 \wedge Z_4 \wedge Z_5),$

где Пэ – принцип экономичности управления; $\min Z$ – наименьшие общие затраты на достижение конечной цели; Z_1 – материальные затраты; Z_2 – моральные затраты; Z_3 – временные затраты; Z_4 – финансовые (денежные) затраты; Z_5 – трудовые затраты.

Принцип соответствия способов, средств и воздействий закономерностям, присущим объектам управления (Пз) требует от субъекта управления в первую очередь ознакомиться с закономерностями и накопленными в науке знаниями о состоянии и развитии того объекта, которым он желает управлять. Однако данные закономерности могут быть еще не познаны, но процесс управления непрерывен, и субъекту управления приходится принимать решение на основе интуиции и опыта.

В данном случае полезно воспользоваться знанием устойчивых тенденций развития объектов управления, т.е. прогнозом, что и предусматривает первый подпроцесс управления.

Принцип интегральности управления (Пи) выражает целостное, комплексное, многовариантное и многоаспектное решение всех проблем управления с одновременным и совместным применением всех принципов, что можно представить следующим образом:

$$П = (Пэ \wedge Пэ \wedge Пз \wedge Пи).$$

Предлагаемые автором основные теоретические положения целесообразно учитывать при разработке методологических основ оценки эффективности управления организационных систем.

Список литературы

1. Аффлятов В. С. и др. Системный анализ в управлении / Под ред. А.А. Емельянова. - М.: Финансы и статистика. 2002. - 368 с.
2. Бажин И. И. Информационные системы менеджмента. - М.: ГУ – ВШЭ, 2000. - 678 с.
3. Ларичев О. И. Теория и методы принятия решений, а также хронология событий в Волшебных Странах. - М.: Логос. 2000. - 296 с.

В.М. Васильцова, И.В. Бородина
Череповецкий государственный университет

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОЦЕНКИ КОНКУРЕНТНОГО СТАТУСА ФИРМЫ

В латинском языке *effectivus* означает 'действенный, производительный, дающий нужный результат'. Эффективность, таким образом, характеризует самые различные системы, явления и процессы и, следовательно, является многогранным понятием. Под эффективностью понимают результативность, интенсивность функционирования систем; средство достижения цели; уровень (степень) результативности (действия) в сопоставлении с произведенными затратами; принципиальное соответствие параметров системы целям ее развития.

Различные формы проявления эффективности производства, не препятствуя, в самом широком смысле, развитию единого подхода к раскрытию ее сущности, вызывают постоянные дискуссии по поводу ее измерения.

Рядом исследователей признано, что эффективность является особым срезом производственных отношений, выявляющим связь между использованием факторов производства и полученным результатом в рамках каждого данного способа производства. Целесообразно различать три формы проявления эффективности: социально-экономическую, общеэкономическую и социальную. Определять их необходимо через соответствующие обобщающие критериальные показатели. Признано необходимым и возможным исчислять обобщающие показатели эффективности производства в виде ресурсоотдачи. Обобщающий показатель социально-экономической эффективности производства признан в качестве основного, а экстремальное значение этого показателя - в качестве критерия оптимальности.

Вышеприведенные положения были во многом обоснованы в работах Л.М. Чистова, [4], [5], в которых автор аргументированно и, на наш взгляд, наиболее последовательно изложил мето-

дику определения и измерения экономической эффективности производства. В соответствии с этой методикой показатель экономической эффективности производства должен:

- отражать в обобщенном виде качество производственных ресурсов;
- быть использован на том уровне производства, для которого он (показатель эффективности) предназначен;
- не противоречить показателям эффективности других уровней;
- не дублироваться другими разновидностями показателей эффективности одинакового назначения;
- быть по принципам исчисления пригодным для использования на всех стадиях осуществления производства (при прогнозировании, проектировании, планировании, фактическом осуществлении);
- не отождествляться с показателем результата производства, с одной стороны, и показателем затрат - с другой.

Относительно эффективности управления производством в ряде работ обосновывается мнение, что она должна определяться степенью достижения объектом управления цели системы управления. Существующие внутри этого направления различные точки зрения по поводу конкретных показателей для оценки степени достижения цели не противоречат друг другу в основном - в том, что эффективной является управленческая деятельность, в максимальной степени реализующая поставленную цель. По мнению А.В. Тихомировой, показатель эффективности управления должен определяться либо соотношением полученных результатов с потенциально возможными (целевыми или плановыми) результатами, либо как "минимум между оптимальным и фактическим

экономическим результатом" [1], [3]. В методическом плане данная концепция наиболее полно разработана Л. М. Чистовым.

Попытка других авторов выразить составляющие показатели экономической эффективности управления в относительных безразмерных величинах заслуживает внимания, поскольку позволяет сопоставлять между собой различные целевые показатели. Но при этом исследователи отождествляют цели производительного подразделения и цели управления, поэтому предлагаемая ими методика определяет экономическую эффективность производства, но не управления.

Не отражающая особенностей результата управления, полученная оценка эффективности управления будет необъективной и не позволит делать выводы о путях и методах его совершенствования. Кроме того, применение данной методики позволяет говорить об эффективности и недостижении целей управления, поскольку при одновременном снижении фактических объемов и затрат показатель эффективности может повышаться.

Относительно вышеприведенных подходов к оценке эффективности управления можно сказать, что, основываясь на правильной посылке о необходимости определения роли управления в повышении эффективности производства, их авторы недостаточно обоснованно пытаются сопоставить те или иные результаты функционирования всех производственных ресурсов с затратами на управление. Эффективность системы управления, заключающаяся в выборе оптимальной стратегии, действительности контроля ее реализации и своевременности корректирующих воздействий, предполагает наличие механизма управления, обеспечивающего функционирование этой системы. Такой механизм включает в себя организационное, кадровое, финансовое и информационное обеспечение. Однако это не является единственным условием эффективности функционирования системы управления. По мнению П. Лоранджа, резервы повышения эффективности системы управления заключаются в достижении более тесного взаимодействия всех органов в процессе планирования, в совершенствовании организации процесса управления [2]. Им выдвигаются дополнительные требования, обеспечивающие эффективность системы управления:

- концепция системы эффективного управления и процедура разработки стратегического плана должна быть ясна работникам всех уровней управления;

- при разработке стратегии важно рационально провести разделение главной задачи на более детальные, т.е. провести научно обоснованное деагрегирование;

- внедряемая система эффективного управления должна соответствовать существующим традициям управления и накопленному опыту планирования;

- реализация долгосрочных целей стратегии должна стимулироваться путем действенного поощрения за достижение текущих (промежуточных) заданий. Анализируя работы западных экономистов [2], можно заметить, что даются различные оценки эффективности существующих систем эффективного управления.

Сама проблема определения и измерения экономической эффективности представляет собой один из наиболее сложных и дискутируемых в экономической литературе вопросов. Причиной тому служит, на наш взгляд, значительное число переменных вопросов адаптации, имеющих теоретических и инструктивных проработок к современным условиям хозяйствования.

Не менее сложным является вопрос определения результатов деятельности управляющей подсистемы, так как результатом деятельности аппарата управления является степень достижения системой поставленных перед ней целей, поскольку управляющая система для этого и существует. Указанный недостаток вызван механическим разделением управляющей системы (аппарата управления) и объекта управления (производственно-технической подсистемы).

При наличии неформализуемых факторов о посредственном направлении действия управления на конечные результаты деятельности системы в целом очень трудно оценить эффективность системы управления единым критерием. Кроме того, соизмерение результата управления с затратами на него характеризует эффективность управления на данный момент лишь частично, по осуществленным затратам. Такое же сопоставление, по нашему мнению, должно производиться и с затратами, связанными с ресурсами, привлекаемыми к управлению (фондами управления и кадрами).

Придерживаясь мнения тех авторов, которые считают, что эффективность совершенствования управления следует оценивать по конечным результатам функционирования объекта управления, вполне правомерно рассмотреть различные предлагаемые обобщенные показатели эффективности совершенствования системы управления строительными предприятиями.

По нашему мнению, из рассмотренных методик расчёта экономического эффекта и экономической эффективности, имеющих свои достоинства и недостатки, наиболее применимой для оценки эффекта предлагаемой нами усовершенствованной системы оценки конкурентного статуса является традиционный подход, рассмотренный ранее И.Н. Кузнецовым [1].

Эффект от внедрения усовершенствованной системы оценки конкурентного статуса может быть определен формулой $E = P_1 - P_0$, где P_1 - прибыль отчётного года; P_0 - прибыль базисного года.

Эффективность от применения усовершенствованной системы оценки конкурентного статуса определяется формулой $E_{kv} = E / S$, где E - эффект от внедрения усовершенствованной системы оценки конкурентного статуса; S - затраты на управление.

УДК 334.7

Затраты на управление предлагаем оценивать как расходы будущих периодов, т. е. адекватно затратам на освоение инноваций, так как конкурентный статус зависит от гибкости, которая, в свою очередь, зависит от количества средств, выделяемых на инновации, и от самого количества инноваций.

Список литературы

1. Кузнецов И.Н., Тихомирова А.В. Методология экономической эффективности систем управления // Совершенствование управления промышленным производством / Под ред. О.В. Козловой. - М.: Экономика, 1973.
2. Сангалайнен Т. и др. Управление по результатам / Пер. с финск.; Под ред. Я.А. Леймана. - М.: Прогресс, 1993.
3. Тихомирова А.В. Оценка эффективности управления производством. - М.: Экономика, 1984.
4. Чистов Л.М. Измерение и анализ результата и эффективности строительного производства. - М.: Стройиздат, 1984.
5. Чистов Л.М. Методика выбора эффективного варианта структуры производственного объединения в промышленности строительных материалов // Повышение эффективности системы управления в строительных объединениях. - Л.: Стройиздат, 1981.

В.М. Васильцова, В.С. Васильцов
Череповецкий государственный университет

РЫНОЧНЫЙ МЕХАНИЗМ ИННОВАЦИЙ

Переходя к определению форм и методов активизации инновационного потенциала элементарной экономической составляющей, каковой является отдельный хозяйствующий субъект (регион, отрасль, предприятие, фирма), следует обратить внимание на необходимость адаптации целевой установки хозяйствования к рыночной экономике. Инновационный потенциал современного экономического субъекта не может быть оптимальным без маркетингового подхода к бизнесу. Рассмотрим специфику инновационного маркетинга и по-

пытаемся адаптировать его положения к системе развития инновационного потенциала.

Инновационный маркетинг традиционно определяют как системный рыночный подход инновационных фирм к управлению процессами накопления и реализации инновационных продуктов (НИОКР, ОКР, ноу-хау и т.д.). Мы же полагаем, что маркетинговая функция обязательно должна присутствовать и у потребителей инноваций, так как именно они составляют вторую сторону инновационного противоречия, определяющего дина-

мику инновационного потенциала. Сферой деятельности инновационного маркетинга является инновационный рынок, где один и тот же продукт может выступать в роли окончательного товара на «выходе» (НИИ или КБ) для одного предприятия и на «входе» - для другого предприятия (потребителя).

Различают концепцию маркетинга и комплекс видов маркетинговой деятельности. Концепция инновационного маркетинга характеризует цель деятельности инновационных фирм на рынке и состоит в том, что эта деятельность должна быть основана на знаниях потребительского спроса на инновационные продукты и на знаниях законов, по которым развивается инновационный рынок. Авторская концепция инновационного маркетинга как концепция ориентации на потребителя несколько шире, чем имеющаяся в литературе по маркетингу в области применения концепции, и уже - по функциям маркетинга. Шире в том смысле, что ориентировать на потребителя нужно любую деятельность, на любой стадии жизненного цикла инновации. Применяя системный подход, субъект управления должен обеспечивать высокое качество «выхода» инновационной системы (при условии высокого качества ее «входа»), который одновременно является «входом» другой системы - потребителя инновационного продукта.

Для реализации названной концепции необходимо сначала анализировать качество и взаимосвязи с внешней средой (и по возможности улучшать эти связи) и принимать меры по обеспечению высокого качества «входа». Только потом нужно повышать качество процесса в самой системе, стабилизируя управление и повышая его эффективность.

Сейчас вместо маркетингового подхода в инновационной деятельности применяется производственный подход, ориентированный сначала на совершенствование технологии и организации в самой системе, а затем на улучшение остальных компонентов системы. Например, в конце 80-х гг. прошлого века автомобильная промышленность СССР затратила десятки миллионов долларов на техническое перевооружение заводов, на совершенствование технологии и организации производства, а результаты мизерные - автомобили неконкурентоспособны. Это объясняется тем, что

«вход» заводов (проектно-конструкторская документация) был улучшен незначительно, не пертерпел принципиальных улучшений, особенно по содержанию вредных веществ в продуктах сгорания и расходу автомобилями топлива. Казалось бы, концепция маркетинга достаточно проста, но ее игнорирование привело и приводит к огромным потерям.

Теперь перейдем к путям оптимизации маркетинговой деятельности инновационных фирм. Она начинается с разработки схемы классификации спроса на инновационные продукты, под которой понимается распределение спроса на отдельные группы по определенным признакам для достижения поставленной цели, ведь именно эти продукты составляют затем материально-интеллектуальную основу инновационного потенциала.

Инновационный маркетинг связан с комплексным изучением особенностей спроса на инновационные продукты, на их величину, на факторы, влияющие на этот спрос, на степень удовлетворения спроса и реализации предложения. Одной из особенностей отечественного спроса на инновации, особенно базисные, формирующие основу инновационного потенциала, является взаимосвязь между кризисным положением предприятий и растущей потребностью в таких новациях.

Процесс инновационного маркетинга осуществляется по следующей схеме. Сначала изучаются инновационные потребности и свойства каждого конкретного продукта. Следующим этапом является комплексное исследование инновационного рынка. Оно ведется по каждому сегменту с целью выявления спроса, его емкости и рыночных возможностей, а также определения перспектив дальнейшего улучшения и расширения вида инновационных продуктов и услуг.

После этого составляется план инновационного маркетинга. Он представляет собой письменный документ, включающий необходимые сведения об инновационном продукте, о секторе инновационного рынка по этому продукту, о конкурентах, о целях и задачах инновационных фирм в области маркетинга и средствах их решения. План инновационного маркетинга является основополагающим документом. Он должен дать ответы на вопросы: кто, когда, где и каким образом будет участвовать в реализации конкретной инновации, кто будет ее покупать?

На основе плана инновационного маркетинга составляется план организационных действий, а именно планируется жизненный цикл инновационного продукта, т.е. определенный период времени, в течение которого инновационный продукт обладает жизнеспособностью на рынке и обеспечивает достижение поставленных целей потребителя и продавца этого продукта. От специфики жизненного цикла инновационного продукта непосредственно зависит уровень прибыли как потребителя, так и инновационных фирм на каждой из его стадий. Здесь маркетинговые интересы обеих сторон неразделимы.

Для инновационных фирм вложение капитала означает его инвестиционные затраты с целью получения прибыли. При этом доход на вложенный капитал может образовываться по частям (например, ежедневно, ежемесячно) или сразу целиком (например, через 1 год). Поэтому такой доход можно считать кумулятивным (от лат. *sumulatio* - увеличение, сложение) доходом.

Для инвестора при получении кумулятивного дохода на вложенный капитал важное значение имеют три фактора: 1) максимальная величина вложенного капитала; 2) скорость оборота капитала (т.е. быстрота возврата вложенных денежных средств); 3) размер кумулятивного дохода в последний период действия вложенного капитала, например в последний год.

Следующие этапы процесса инновационного маркетинга включают в себя организацию и проведение рекламы и продажу-покупку инновационных продуктов.

Функциями инновационного маркетинга являются традиционные сочетания: сбор информации, маркетинговые исследования, планирование объемов выпуска и реализации инновационных продуктов, реклама и реализация инновационных продуктов.

Маркетинговые исследования охватывают весь процесс маркетинга от поиска новых идей и видов инновационных продуктов до их использования конечным потребителем. Поэтому маркетинговому исследованию подвергаются все виды и сферы инновационной деятельности, а именно сами инновационные продукты, потребители, инновационные фирмы, инновационные рынки, венчурные и инвестиционные компании и т.д.

В конечном итоге вся деятельность инновационного маркетинга направлена на расширение или удержание своей доли рынка, а также на создание новых инновационных продуктов и новых инновационных рынков с учетом всех особенностей формирования и использования региональных ресурсов в процессе удовлетворения потребностей. От этого зависит объем деятельности инновационных фирм, объем выручки от реализации инновационных продуктов, уровень рентабельности, норма прибыли на вложенный капитал, что, в свою очередь, характеризует не только формирование, но и реализацию инновационного потенциала. Остановимся на наиболее важной и сложной результирующей стадии инновационного процесса – на стадии внедрения и эксплуатации новшества.

Задачи управления процессом внедрения и коммерциализации инноваций разделяются на стратегические (выбор направлений продвижения инноваций после завершения каждого этапа, поиск источников финансирования и партнеров, разработка плана финансового обеспечения) и тактические (маркетинг, реклама, осуществление продаж, управление инновационной собственностью при продаже). Областью коммерциализации инноваций являются этапы разработки и выведения на рынок инновационного продукта. Первый этап включает в себя следующие стадии. Первая стадия – концептуальная, вход которой составляют фундаментальные НИР, позволяющие обосновать идею нового продукта. На данной стадии реализуются прикладные исследования, обосновывается концепция нового продукта и его техническая осуществимость. Вторая стадия – проверка технической осуществимости, что связано с отработкой технологии создания нового продукта в ходе опытно-конструкторских работ. Результатом является создание прототипа (образца) нового продукта. Третья стадия – проверка промышленного применения, в ходе которой создаются материально-технические и организационно-управленческие условия производства нового продукта, а в отдельных случаях новое предприятие-производитель. Четвертая стадия – проверка рыночной реализации инновационного продукта – совпадает со вторым этапом жизненного цикла (выведением на рынок) и начинается с производства товара до его

выхода на рынок. Эти стадии в определенной мере совпадают со стадиями развития инновационного потенциала хозяйствующего субъекта.

Степень риска использования финансовых средств на различных стадиях тем выше, чем дальше идея находится от реализации.

Очевидно, что не все объекты инновационного продукта имеют достаточно оснований для коммерциализации. Потребители инновационного продукта, прежде всего, ожидают получения потенциального экономического эффекта, который включает:

- прямой экономический эффект (повышение производительности труда, экономию ресурсов, снижение в результате этого себестоимости единицы продукции);

- технический эффект (улучшение качества продукции, обеспечение ее конкурентоспособности на внутреннем и внешнем рынке, возможность удовлетворить принципиально новую потребность в результате использования изобретений революционного типа);

- социальный эффект, выражающий улучшение эргономических параметров изделий, условий труда, быта, отдыха, укрепления здоровья людей, их всестороннего развития, а также направленность изобретений на улучшение качества и увеличение производства товаров и услуг для населения;

- внешнеэкономический эффект от продажи за рубеж лицензий, научно-технической продукции, основанной на изобретениях, конкурентоспособной продукции, а также замены импорта отечественной, не менее эффективной продукцией;

- системный (синергетический) эффект от использования блока взаимодополняющих изобретений в одном объекте или в системе машин.

Конкурентоспособность инновационных продуктов - необходимое условие для их реализации на рынке. В не меньшей степени успех зависит от складывающейся на рынке конъюнктуры, исследования которой включают определение емкости рынка, спроса, перспектив сбыта и «жизненного цикла» той продукции, в производстве которой используются инновационные продукты.

Конкуренция выявляет те виды научно-технической и инновационной деятельности, в которых издержки могут быть снижены, опреде-

ляет набор потребительных параметров как научно-технического, так и инновационного продукта, выявляет действующих и потенциальных конкурентов, их слабые места и сильные стороны деятельности. Анализ конкуренции осуществляется в рамках общей системы сбора и обработки информации, действующей на рынке, а ее источниками являются рекламные проспекты, выставки, ежегодные отчеты и тексты выступлений руководителей фирм, обзоры в периодике и т. п., а также оперативные источники информации и сведения, предоставляемые государственными правовыми и экономическими учреждениями. Для получения информации о деятельности конкурентов используются опросы потребителей и их дилеров.

Как свидетельствуют источники, более 90 % американских фирм занимаются вопросами технологического прогнозирования, расходуя на эти цели не менее 1 % от всех сумм, выделяемых на НИОКР [1]. Проведение конъюнктурных исследований по конкретным инновационным продуктам, прогнозирование их применения в конкретных производствах предприятия позволяет им осуществить сравнительную оценку собственных инноваций и нововведений с предлагаемыми другими фирмами и принять решение о необходимости проведения инновационной деятельности самостоятельно или с привлечением к ней специализированных фирм. Актуальность таких исследований возрастает в периоды так называемых научно-технических скачков, когда резко изменяется динамика издержек производства традиционных товаров. Такие скачки интенсифицируют процесс появления новых товаров, способов, технологий и вызывают потребность в реконструкции и расширении производственных мощностей.

Крупнейшие фирмы промышленно развитых стран часто применяют нововведения других фирм, что позволяет им постоянно поддерживать высокую конкурентоспособность собственных товаров на мировых рынках. В то же время японские фирмы широко осуществляют доработку и развитие приобретенных по лицензии научно-технических новшеств, на что расходуют до трети собственных затрат на НИОКР с тем, чтобы производить более совершенную продукцию, чем у лицензиара.

Для большинства российских фирм жизненная

необходимость вложения средств в модернизацию мощностей сдерживает инновационный потенциал развития продукта. В результате через 3-5 лет, когда российские и мировые цены выравниваются, многие отечественные фирмы не смогут реализовать ни стратегию сфокусированной дифференциации, ни стратегию лидерства по издержкам. Для некоторых фирм выходом станет трансформация исключительно в инжиниринговую фирму

или в фирму-изготовителя. Другие станут частью транснациональных фирм, которые в процессе глобализации займут российский рынок. Третьих не станет.

Список литературы

1. Дракер П. Ф. Рынок: как выйти в лидеры. Практика и принципы. – М.: СПб.: Бук Чембер Интернешнл, 1992. - 412 с.

УДК 541.128.577

З.М. Магруппова

Череповецкий государственный университет

МЕНЕДЖМЕНТ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА В УСЛОВИЯХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОГРАНИЧЕНИЙ

Наличие экологических ограничений особым образом сказывается на требованиях, предъявляемых к современному менеджменту производственного процесса.

На любом промышленном предприятии должна быть создана и научно обоснована единая модель обеспечения устойчивого развития (рис. 1).

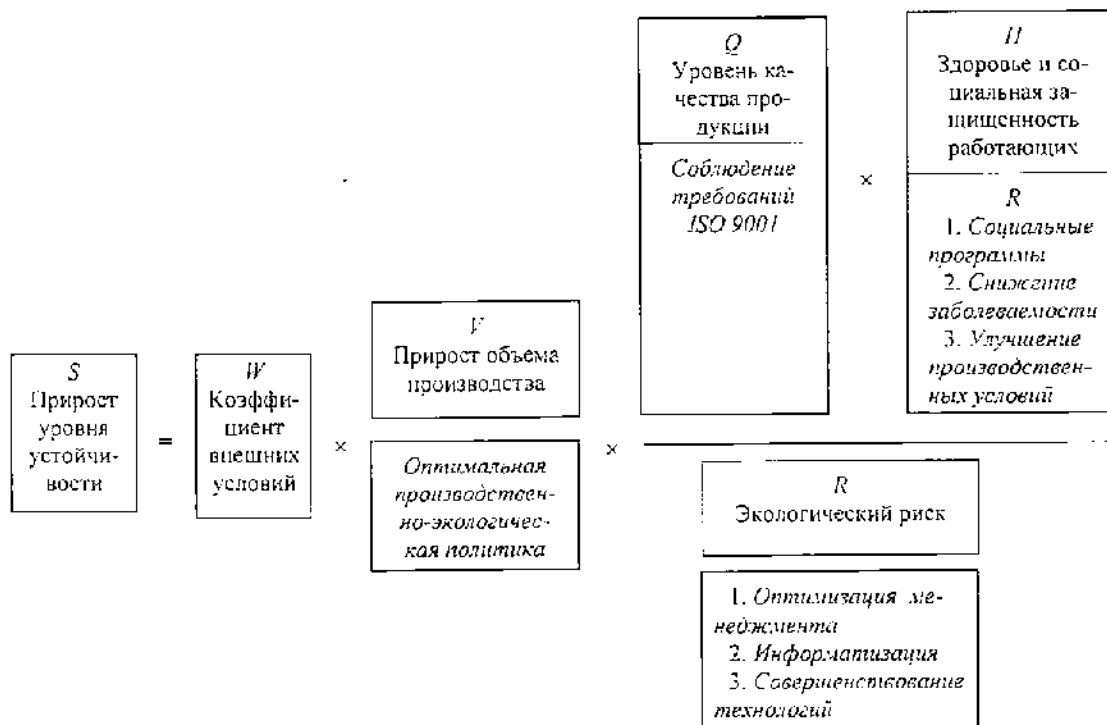


Рис. 1. Модель устойчивого развития предприятия

Модель предусматривает практические механизмы реализации следующих основных принципов:

- принципа прироста объемов производства при обеспечении опережающих темпов снижения влияния на окружающую среду;
- принципа повышения качества продукции на основании соблюдения требований международных стандартов серии ISO 9001;
- принципа улучшения здоровья и социальной защищенности работающих;
- принципа снижения экологических рисков путем оптимального управления.

Рассматривая первый принцип, необходимо видеть, что в условиях Российской Федерации прирост объема производства с учетом обеспечения качества продукции является на данном этапе базовым элементом обеспечения устойчивости. Только рост производства может обеспечить предприятия страны достаточным потенциалом для решения других задач – социальной стабилизации, улучшения состояния окружающей среды и здоровья людей.

Модель снижения экологических рисков:

1. Проведение комплексного экологического аудита с применением научных исследований, натурных замеров и картографирования.
2. Формирование научно обоснованной природоохранной политики предприятия.
3. Внедрение современных природоохранных и ресурсосберегающих технологий (газоочистных сооружений, переработки отходов и т.д.).
4. Разработка и внедрение автоматизированной системы управления экологическими рисками.
5. Создание системы полного автоматизированного мониторинга за выбросами предприятия в атмосферный воздух.
6. Обеспечение условий для сертификации предприятия по международным стандартам серии ISO 14001.

На рис. 2 демонстриру-

ется модель текущей и прогнозной динамики объема выбросов в атмосферу, приходящегося на единицу промышленной продукции

Предприятие рассматривает все эти мероприятия как элементы единой модели, что и обеспечивает их экономическую, социальную и экологическую эффективность.

В порядке развития и интеграции систем менеджмента многие компании принимают единую политику и разрабатывают взаимосвязанные цели, задачи и программы в области здоровья, окружающей среды и безопасности. Консультационные фирмы, в свою очередь, предлагают услуги по единой подготовке компаний к сертификации в соответствии с рекомендациями стандартов в области менеджмента качества, охраны здоровья, окружающей среды и безопасности.

В процедурах, в зависимости от экологической политики организации, могут быть также учтены:

- действия по выполнению конкретных требований программы экологического менеджмента и (или) экологического законодательства;
- вопросы проведения экологически значимых исследований, оценки результатов и их распространения;
- приемы выбора сырья и энергии, проведения закупок, транспортировки сырья, материалов, продукции, проведения анализа жизненного цикла продукции;
- аспекты коммуникаций в системе экологического менеджмента, кадровой политики, маркетинга, рекламы и т.д.

Коммуникации в системе экологического менеджмента предполагают активный обмен инфор-

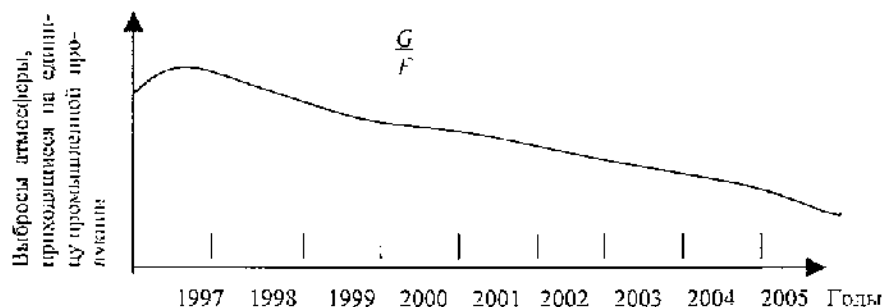


Рис. 2. Модель текущей и прогнозной динамики выбросов в атмосферу

мацией с внешними заинтересованными сторонами по вопросам планирования, практической реализации, мониторинга, контроля, оценки, демонстрации и использования достигнутых результатов экологической деятельности.

В понятие «система экологического менеджмента» включают организацию формальных и неформальных коммуникаций между ее субъектами, распределение и делегирование полномочий, должностные права и обязанности субъектов экологического менеджмента, разделение ответственности, механизмы и «инструменты» экологического менеджмента (экологическое управление производством, управление качеством, финансирование экологической деятельности, внутренние экологические стандарты предприятия, мотивацию персонала, экологическое аудирование).

Основной целью деятельности предприятия является выпуск продукции, качество которой полностью отвечает ожиданиям и требованиям заказчиков и обеспечивает получение устойчивой прибыли.

Для достижения этой цели предприятие разрабатывает и поддерживает в рабочем состоянии систему качества, соответствующую требованиям международного стандарта ИСО 9001, и определяет основные направления своей деятельности:

- стремление к уровню качества продукции, позволяющему быть конкурентоспособным на мировом рынке;
- ориентацию на закрепление существующих и освоение новых рынков сбыта за счет качества продукции и расширение ее номенклатуры;
- организацию работы по обеспечению качества, предусматривающую четко регламентированную ответственность всего персонала - от директора до рабочего;
- улучшение финансового состояния предприятия и благополучия работников за счет повышения качества продукции.

Принятые основные направления реализуются через:

- постоянное совершенствование системы качества;

- организацию поставок продукции «точно по контракту»;

- планируемое инвестирование мероприятий, направленных на улучшение качества;

- систематическое обучение и повышение квалификации всего персонала.

Экологический аспект – элемент деятельности предприятия, его продукции или услуг, который взаимодействует или может взаимодействовать с окружающей средой.

Выявленные приоритетные экологические аспекты, как правило, не только оцениваются предприятием, но и внимательно документируются путем составления соответствующего регистра.

Деятельность по идентификации и документированию экологических аспектов деятельности предприятия должна осуществляться систематически, начиная с наиболее очевидных и поддающихся описанию и оценке. По мере развития деятельности в области экологического менеджмента регистр экологических аспектов может и должен последовательно уточняться, корректироваться и дополняться с учетом достигнутых результатов.

Регистр полезен тем, что в систематизированном виде содержит описание проблем, подлежащих решению. Кстати, в большинстве случаев работающие с зарубежными менеджерами психологи рекомендуют рассматривать их как неиспользуемые возможности; может быть, еще не использованные, но не используемые во благо предприятия, потребителя, общества в целом. Таковы основные позиции менеджмента качества и экологического менеджмента.

Идентификация экологических аспектов – развивающийся процесс, учитывающий прошлое, настоящее и, вероятно, возможное (как негативное, так и позитивное) воздействие деятельности организации на окружающую среду. Изменения в различных аспектах деятельности могут как отрицательным, так и положительным образом сказываться на состоянии окружающей среды, здоровья персонала и населения. Ликвидация потерь не требует материальных затрат (нужна лишь ответственность), но приносит выгоды.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НОВЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Биметаллы, состоящие из двух или нескольких слоев разнородных металлов, представляют собой особый класс конструкционных материалов с широким комплексом эксплуатационных и технологических характеристик. В основе их практического применения лежит возможность создания композиций с заранее заданными, подчас уникальными свойствами, а также экономное использование остродефицитных и дорогостоящих металлов и сплавов.

В двух- и многослойном прокате слои, как правило, выполняют различные функции: основной слой чаще всего выполняет функцию силового элемента, имеет большую, чем плакирующий слой, толщину и изготавливается из более дешевого материала. Плакирующий слой из более дорогих и дефицитных металлов и сплавов может иметь высокую коррозионную стойкость, износостойкость, электропроводность и т. д. или выполнять функцию декоративного покрытия. Сочетание в одном материале различных свойств, например коррозионной стойкости и высокой механической прочности, и является основой эффективности использования биметаллов. Биметаллический и многослойный листовой прокат и трубы, плакированные коррозионностойкими сталями, широко используют взамен нержавеющей сталей и цветных металлов, а также для продления срока службы оборудования из черных металлов.

В настоящее время в цехе ЛПЦ-2 ОАО «Северсталь» освоено производство биметаллической заготовки способом электрошлаковой наплавки (ЭШН). Благодаря этому стало возможным получение биметаллов с высоким уровнем прочности соединения слоев. На базе способа ЭШН разработаны технологические схемы получения двух- и трехслойного проката, электросварных прямошовных и спиральношовных труб, а также не имеющий аналога в мировой практике способ получения биметаллических бесшовных труб с

внутренним коррозионностойким плакирующим слоем.

В ОАО «Северсталь» организовано и освоено производство трехслойного штрипса для нефтепроводных труб композиции толщиной 5 и 6 мм и шириной 1050 мм. Изготовлена партия труб размерами 159 × 5 мм и 325 × 6 мм. По результатам лабораторных испытаний данная сталь обеспечивает скорость общей коррозии в пластовых водах не более 0,01 мм/год. Трехслойные коррозионностойкие сварные трубы в течение почти 3 лет проходят эксплуатационные испытания на нефтепромысле НП-5 ОАО «Славнефть - Мегионнефтегаз» на участке нефтепровода протяженностью около 600 м. Эти испытания уже подтвердили гораздо более высокую стойкость плакированных труб против общей и локальной коррозии по сравнению с трубами из углеродистых и низколегированных сталей. Намечаемые к выпуску биметаллические трубы обладают высокой устойчивостью к общей коррозии, коррозионному растрескиванию под напряжением, водородному охрупчиванию, а также обладают хорошей свариваемостью независимо от климатических условий, в которых ведется монтаж трубопроводов.

В химическом машиностроении двухслойная сталь с плакирующим слоем из сталей типа 08X18H10T и 08X13 применяется при изготовлении кристаллизаторов, вакуум-аппаратов, конденсаторов, реакторов, теплообменников, варочных котлов, вымывных резервуаров, реакционных колонн, автоклавов и другого оборудования.

В нефтяном машиностроении двухслойная сталь применяется для изготовления смесителей, реакторов отгонки бензина из сырой нефти, реакторов для рафинирования, теплообменников, отстойников, насосов, ректификационных и отпарных колонн, коксовых камер и другого оборудования, работающего в средах сернистой нефти, мазутов, гудронов, газосырьевых и газопродуктовых смесей, содержащих водород, сероводород и т.д.

В аппаратуре из двухслойной стали, изготавливаемой нефтяным машиностроением, около 80 % приходится на долю листа с лакирующим слоем из стали 08X13, так как сама по себе эта сталь, несмотря на достаточную коррозионную стойкость в некоторых средах, не может использоваться в качестве конструкционного материала из-за низкой ударной прочности и хрупкости ее сварных швов.

В целлюлозно-бумажной промышленности биметаллы применяют для изготовления нарочных

пускались единичные небольшие экспериментальные партии проката из лакированной стали, что может быть объяснено недостаточной информированностью потенциальных потребителей и экономическим спадом в отечественной промышленности в 90-х гг. В связи с этим необходимо активизировать работу служб сбыта и маркетинга, направленную на стимулирование сбыта биметаллического проката и организацию прямых поставок возможным клиентам.

Использование лакированных труб взамен

Сравнительная таблица технико-экономических характеристик [1], [2]

Показатели	Нержавеющая сталь	Обычная низкокремнистая и легированная сталь	Лакированная биметаллическая сталь
Объем производства (фактический)	Минимальный (только для своих цехов)	2,5 – 3 млн т в год	Единичные пробные партии
Объем производства (прогнозируемый)	—	2,5 – 3 млн т в год	До 1 млн т в год
Себестоимость 1 т	30 – 45 тыс. р.	5 – 7 тыс. р.	15 – 25 тыс. р.
Цена 1 т	—	7 – 10 тыс. р.	25 – 40 тыс. р.
Срок службы (в агрессивных средах)	До 10 лет	До 2 лет	10 – 30 лет
Механические свойства	Сложность обработки и монтажа	Достаточно пластичная, возможна обработка и монтаж	Достаточно пластичная, возможна обработка и монтаж

котлов, резервуаров для отходов, теплообменников, смесителей для бумажной массы, корпусов и ванн сгустителей, резервуаров для различных жидкостей и т.д.

В судостроении коррозионностойкий биметалл находит применение в качестве материала для изготовления различных деталей опреснителей, цистерн, емкостей, деталей корпусных конструкций; в легкой и пищевой промышленности — для производства оборудования молочных заводов, резервуаров для брожения, емкостей, поточных линий для изготовления полуфабрикатов, перегонных кубовых установок, барабанных сушилок и т.д. [3].

Реализация этого спроса возможна за счет производства проката из биметаллической лакированной стали в ЛПЦ-2 ОАО «Северсталь». В данном цехе существует полная технологическая линия производства данного вида проката, также существуют свободные незадействованные мощности, что позволит выпускать биметаллический прокат, не изменяя объемов выпуска основной продукции. Однако до настоящего времени вы-

труб из углеродистых или низколегированных сталей позволит повысить срок безаварийной службы нефтепроводов в 10 и более раз. При этом стоимость биметаллических труб (в зависимости от марки стали или сплава лакирующего слоя) всего в 2 — 4 раза превысит стоимость труб из углеродистых и низколегированных сталей. Предварительные расчеты экономической эффективности показали, что рентабельность производства данного проката составит примерно 0,62, валовая прибыль при объеме производства 500 тыс. т составит примерно 6250 млн р.

Таким образом, лакированная металлопродукция, полученная на основе современных металлургических технологий ЭШН, является перспективным материалом для газонефтеперерабатывающей, энергетической, строительной, химической, автомобильной и других базовых отраслей промышленности. Проведенные расчеты экономической эффективности производства нового вида металлопроката позволяют сделать вывод о необходимости и целесообразности их выпуска на ОАО «Северсталь».

Для производства данной продукции необходимо полностью использовать мощности участка ЭШН, провести рекламную кампанию, чтобы разъяснить потребителям все преимущества нового продукта.

Производство данного проката в ЛПЦ-2 позволит увеличить долю товарного проката, более полно загрузить мощности цеха, снизить долю постоянных затрат, а значит себестоимость продукции и повысить маржинальный доход.

Список литературы

1. Новая биметаллическая нержавеющая сталь и ее перспективы // Востриков В.П., Гончаров П.В., Колпаков С.В., Чернышев В.Н. // Сталь. - 2001. - № 9.
2. Родионова И., Быков А., Столяров В. Биметалл – материал грядущего // Металлоснабжение и сбыт. - 2000. - № 3.
3. Сталь листовая, горячекатаная, двуслойная, коррозионно-стойкая: ГОСТ 10885-85: Официальное издание. – М.: Изд-во стандартов, 1985.

УДК 339.187/ 638.8

З.М. Магзунова, Д.В. Фоменко
Череповецкий государственный университет

АНАЛИЗ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СБЫТА СОРТОВОГО ПРОКАТА ОАО «СЕВЕРСТАЛЬ»

Анализ и прогнозирование сбыта продукции является необходимым условием успешной деятельности предприятия, служит основой для последующего анализа присутствия предприятия на рынке, оценки его конкурентоспособности и выявления резервов повышения эффективности сбытовой деятельности.

Объектом нашей исследовательской работы была выбрана деятельность общества по сбыту сортового проката, поскольку производство и отгрузка данного вида продукции подвержены существенным колебаниям в течение года (по отношению к другим видам проката), что, в свою очередь, вызывает неравномерную загрузку производственных мощностей предприятия и увеличивает себестоимость продукции. Следствием этого является необходимость получения качественной прогнозной оценки возможной величины сбыта сортового проката. Актуальность данной темы была подтверждена в беседе с сотрудниками группы аналитики офиса обеспечения продаж дирекции по сбыту ОАО «Северсталь». В ходе беседы было выявлено, что в настоящее время на предприятии не находят практического применения формализованные методы прогнозирования объема сбыта металлопроката на основе математико-статистического моделирования. Предпочте-

ние отдается методу экспертных оценок, когда прогнозы строятся на предположениях сотрудников сбыта о возможном состоянии рынка в будущем.

В процессе работы использованы две группы методов получения прогнозов: методы экстраполяции и методы моделирования. В рамках первой группы методов было проведено исследование закономерностей развития динамики сбыта сортовой продукции методами статистики и с помощью построения нейросетей. В рамках второй группы методов были построены модели факторной зависимости методами множественной регрессии. Используемое программное обеспечение: Excel, SPSS 11.0, Deductor Lite (Neural Analyzer).

Прогнозирование на основе статистических свойств исследуемого ряда основывается на математическом моделировании явлений, характер которых меняется во времени, порождая упорядоченную последовательность, называемую временным рядом. Любой временной ряд может быть представлен как композиция из четырех составляющих:

$$X_t = f(T, C, S, R),$$

где T_t – значение тренда (основной тенденции

развития ряда); C_t – циклические колебания относительно тренда; S_t – эффект сезонности; R_t – случайная (несистематическая) остаточная компонента «белый шум».

Задача состоит в том, чтобы выявить общую тенденцию развития, свободную от случайных колебаний, измерить выявленный тренд, получить обобщающую количественную оценку основной тенденции. Следует помнить, что методы укрупнения интервалов и методы скользящей средней обладают существенным недостатком – укорочением ряда динамики, а следовательно, потерей статистических данных.

Циклическость представляет собой форму движения экономики от одних устойчивых состояний к другим, порождаемым научно-техническим прогрессом. К тому же, циклическость гипотетически должна сопровождать любой экономический рост. Для выделения циклическости используют метод гармонического анализа ряда и построение моделей вида

$$x_t = \mu + A \cdot \cos \omega t + B \cdot \sin \omega t + e_t,$$

где μ, A, B – параметры, оцениваемые с помощью

обычной регрессии, если априори известен $\omega = \frac{2\pi}{T}$, где T – период цикла.

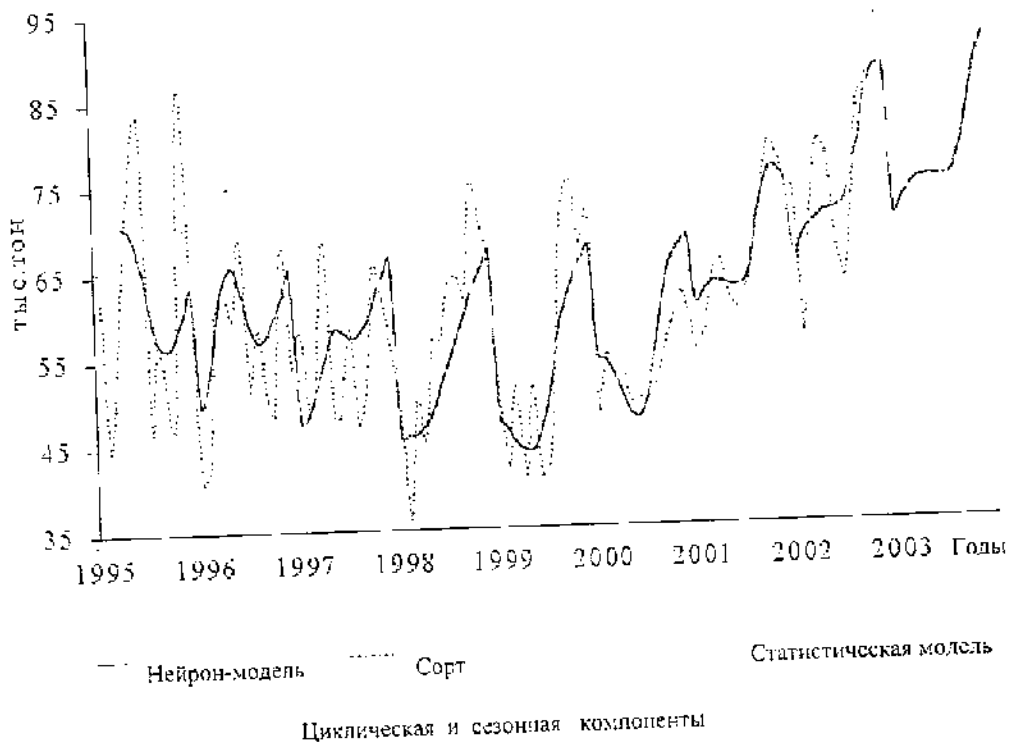
В широком понимании сезонными называют все явления, которые обнаруживают в своем развитии отчетливо выраженную закономерность внутригодовых изменений, т.е. более или менее устойчиво повторяющиеся из года в год колебания уровней. Существующие экономико-статистические методы расчета эффекта сезонности можно разделить на две группы:

- методы расчета индексов сезонности относительно тенденции (для процессов, имеющих ярко выраженное развитие) или средней ряда (для стационарных процессов) [1], [3];

- методы гармонического анализа ряда.

Графически полученные результаты и прогноз динамики сбыта сортовой продукции ОАО «Северсталь» на 2003 год помесячно представлены на рисунке.

При прогнозировании социально-экономических явлений большое значение уделяется поиску влияющих или формирующих факторов, позволяющих объяснить закономерности изменения



уровней ряда и предсказать развитие. По каждому временному ряду всего множества факторов был построен линейный тренд и найдены отклонения фактических данных. В процессе отбора наиболее значимых факторов методами корреляционного анализа и средствами статистического пакета SPSS 11.0 были проверены ряды данных на наличие временных лагов. Затем отброшены те из них, которые являлись на самом деле следствием, а не причиной изменения отгрузки сортового проката. Затем методом пошагового регрессионного анализа с помощью той же программы построено уравнение регрессионной зависимости:

$$\text{отгрузка}_{t+1} = 855,172 - 12,607 \cdot \text{рынок}_{t-1} + \\ + \text{конструкции}_{t-1} \cdot 27\,001,1.$$

Уравнение позволяет прогнозировать сбыт сортового проката на месяц вперед с величиной достоверности аппроксимации 0,8553.

Условности и ограничения, связанные с линейным характером связи в регрессионных моделях, а также неспособность к учету происходящих изменений могут быть сняты применением метода нейросетевого моделирования.

Нейронные сети – это распределенные и параллельные системы, способные к адаптивному обучению путем реакции на положительные и отрицательные воздействия [2]. Математическая модель нейрона может быть представлена в виде

$$S = \sum_{i=1}^n x_i w_i,$$

где w_i – вес синапса, $i = 1, \dots, n$; S – результат суммирования; x_i – компонент входного вектора (входной сигнал); n – число входов нейрона.

В нейронных сетях используют функции активации различных видов. Одной из наиболее распространенных является так называемая логистическая функция, или сигмоид, описываемая выражением

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-ax}}.$$

В процессе функционирования в нейронной сети осуществляется некоторое преобразование информации в соответствии с выбранным алгоритмом, в результате которого входной вектор преобразуется в выходной.

На первом этапе была построена сеть, состоя-

щая из трех слоев: два нейрона на входном слое, десять – на скрытом и один – на выходе. В итоге получилось 50 синтаксических связей. Все остальные параметры сети в предлагаемом программой варианте были оставлены без изменения.

При обучении на вход сети подавались значения года и месяца, на выходе находились значения последовательных разностей. Обучение проводилось методом обратного распространения ошибки.

Полученные результаты позволяют наблюдать реакцию нейросети на изменение формы внутригодового эффекта сезонности и его корректировку. Как выяснилось в процессе обучения, наибольшее значение для получения качественного прогноза играет не конфигурация сети, а способ представления данных. Прогнозирование на основе статистических свойств ряда (экстраполяция) является самым простым и быстрым способом прогнозирования. К недостаткам данного метода можно отнести невозможность учета изменений формы внутригодовых сезонных эффектов с течением времени. Также возникают сложности с выбором формы основной тенденции, которая также может меняться.

Прогноз на основе использования уравнения регрессии на сегодняшний момент представляется наиболее математически обоснованным, но и наиболее громоздким в расчетах и предъявляющим высокие требования к качеству исходных данных. К тому же, с помощью построенного уравнения регрессии в данной работе, например, можно спрогнозировать объем сбыта сортового проката лишь на один месяц вперед.

Особенности нейросетевого прогнозирования пока еще недостаточно хорошо изучены. Однако данный метод представляется наиболее перспективным, легким в использовании (при наличии соответствующего программного обеспечения) и интересным для дальнейшего изучения его возможностей.

В качестве прогнозной оценки сбыта сортового проката предполагается использовать оценку, полученную на основе комплексного использования рассмотренных методов. Следует отметить, что работа еще не завершена, дальнейшая деятельность будет заключаться в нахождении оптимальным путем оптимальной структуры и параметров обучения нейросети для возможного практического применения.

Список литературы

1. Гусаров В. М. Статистика. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. – 463 с.
2. Каллаи Р. Основные концепции нейронных се-

тей / Пер. с англ. – М.: СПб.; Киев: Издат. дом «Вильямс», 2001.

3. Кошечкин С. А. Алгоритм прогнозирования объема продаж в MS Excel // Маркетинг в России и за рубежом. - 2001. - № 5. - С. 34-42.

УДК 338.22

Н. Н. Иванова

Череповецкий государственный университет

МАЛЫЙ БИЗНЕС КАК ФАКТОР ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

В последнее время в России созрел достаточно серьезный вопрос: кто займет место ныне распадающихся крупных монополистических предприятий, относящихся как к тяжелой, так и к другим не менее важным отраслям промышленности? Ответ кажется простым только на первый взгляд – заполнить освободившееся пространство структурами, вновь образовавшимися за счет крупных вложений в изуродованные распавшимися связями государственные предприятия. Но на самом деле все гораздо сложнее. Деньги вкладываются, время идет, а результат равен нулю. А все дело в том, что руководители предприятий, избалованные самостоятельной жизнью в стране, где никто ни за что не отвечает, никак не могут найти ту гибкость в принятии решений, которой им так не хватает. Государственные предприятия в нашей стране, к сожалению, пока не умеют работать в среде развития конкуренции, научно-технического прогресса, нормализации процессов ценообразования, постепенного освобождения от тенденций к упадку и т.д. Поэтому необходимо дать свободу для развития предприятий малого бизнеса. Они могут дать России необходимую насыщенность рынка, тенденцию к устойчивости цен, среду конкуренции, которой так не хватало крупным монополистам-гигантам, из-за чего страдало качество, а процесс внедрения новых технологий всегда был заторможен. Но чтобы избежать как можно большего числа ошибок, которые неизбежны при образовании нового течения в экономике России, сначала следует поучиться на взлетах и падениях других стран в этой области и понять, какие условия необходимы для развития малого предпринимательства в нашей стране.

Для начала немного статистики. Активный рост доли малых предприятий в структуре экономики западных стран начал происходить с середины 70-начала 90-х гг. На сегодняшний день в наиболее развитых странах Запада малые фирмы составляют 70-90 % от общего числа предприятий. Для сравнения можно взять, например, США, где в мелком предпринимательстве занято 53 % всего населения, Японию с ее 71,7 % и страны ЕС, где на аналогичных предприятиях трудится примерно половина работающего населения. Только эти цифры говорят об огромной важности предприятий малого бизнеса для экономики этих стран. В пользу эффективности этих фирм говорит тот факт, что на 1 \$ затрат они внедряют в 17 раз больше нововведений и разработок, чем крупные предприятия, которые дают жизнь лишь 10 % новых технологий [4].

Наконец, развитие мелкого предпринимательства необходимо только потому, что оно дает жизнь старым крупномасштабным предприятиям и в союзе с ними получает значительную выгоду как для себя, так и для рыночной экономики в целом. Об этом говорят следующие цифры: в США на малый бизнес приходится 34,9 % чистого дохода, а в Японии 56,6 %.

Для самостоятельного анализа малого бизнеса важно найти метод подразделения предприятий на мелкие и крупные. Существует много способов. Часто выделяют понятие монополии, а все, что не подходит под это определение, относят к мелкому предпринимательству. Понимая, что этого недостаточно, сравнивают обороты средств, объемы

прибыли и продаж. В настоящее же время предприятия классифицируют по количеству занятых в них человек. К малому бизнесу относят, как правило, предприятия с числом работающих от 1 до 500 чел. Предприятия с числом работающих от 1 до 20 чел. - ремесленные, от 20 до 100 чел. - малые, от 100 до 500 чел. - средние.

Но часто, в зависимости от важности в экономике страны, малый бизнес самостоятельно разделяется на различные группы. В Германии, например, существует 4 категории: от 20 до 49 чел., от 50 до 99 чел., от 100 до 199 чел., от 200 до 499 чел.

В Германии годовой оборот фирмы, чтобы ее признали малой, должен составлять от 3,5 до 11,5 млн DM, в США - 3-12 млн \$.

Но в любом случае система градации фирм и их отнесение к разряду малых или средних является достаточно проблематичной, тем более, что малым предприятием быть выгоднее, так как для него осуществляется практика государственной поддержки посредством льготных кредитов и государственных заказов.

Эффективность малых предприятий в Германии несколько выше, чем в США и Японии. Здесь на долю 12,3 % крупных предприятий и 34 % занятых в них работников приходится только 52,6 % национального дохода. Кроме того, 2/3 рабочих мест создается за счет малого предпринимательства. Поэтому число малых предприятий растет.

Наибольшее влияние на развитие малого предпринимательства оказывают следующие факторы:

- в развитии инфраструктуры и средств связи произошел скачок;
- повысился общеобразовательный уровень людей с одновременным накоплением опыта в крупных компаниях;
- уменьшились габариты и стоимость, упростилось использование информационных систем;
- решается вопрос занятости населения;
- в создании малых предприятий дополнительным стимулом оказалось сокращение рабочей смены;
- увеличилась конкурентоспособность за счет меньших издержек, обусловленных отсутствием лишнего бюрократического аппарата, снижением накладных расходов и меньшими колебаниями заработной платы;
- расширилась сфера услуг.

По мере развития малого предпринимательства образуются различные формы организации ча-

стных фирм. На данный момент известны три основные правовые формы: единоличная, партнерство и корпорация.

Фирма, находящаяся в единоличном владении, - наиболее простая форма для мелкого бизнеса. Обычно для открытия такого предприятия достаточно лишь получить лицензию от местных властей и зарегистрировать торговое имя. Деловые партнерства представляют собой организацию из двух и более лиц, между которыми заключается контракт на совместное владение предприятием. Партнерства могут быть полными и ограниченными. Третий тип - корпорации. Эта организационная форма наиболее характерна для крупного и среднего бизнеса, хотя из общего числа всех корпораций, например в США, 98 % - небольшие семейные фирмы. И хотя формально управление корпорацией должно быть отделено от ее владения, нередко бывают случаи, когда корпорацией владеет и руководит один собственник при помощи подставных лиц, которые реально не вкладывают в нее средств и не принимают участия в управлении ею.

Но, конечно, малые предприятия как возникают, так и распадаются по многим причинам. Например, в Германии в 1990 г. более 14 500 предприятий из числа малых потерпели крах, причем 40 % из них просуществовали не более 5 лет. Доля банкротов среди предприятий малого бизнеса всегда выше, ибо, идя на риск, предприниматель решает сложную проблему конкурентоспособности выпускаемой продукции. Ведь начальная стоимость ставит основателей фирмы в невыгодное положение по сравнению с действующей фирмой. Новичку нужно в самом начале проводить свою работу при более высоких издержках, чем предпринимателю действующей фирмы. Поэтому начинающая фирма всегда имеет более высокую себестоимость продукции. Наиболее частые причины банкротства малых предприятий - это неудачи в сфере сбыта продукции, а также недостаточная компетентность и отсутствие опыта.

Но все же несмотря ни на что количество вновь создаваемых фирм превосходит число ликвидированных, что говорит об абсолютном увеличении числа предприятий малого и среднего бизнеса в экономике.

Причем достаточно важно то, что часто малое предприятие обанкрочивается не полностью, а

лишь выкупается более крупной фирмой или само становится таковой.

Отсюда можно говорить о трёх моделях развития мелкого предпринимательства:

- консервация масштабов деятельности с последующим сохранением статус-кво;
- медленное расширение деловой активности;
- быстрое развитие малых предприятий и превращение их в средние, а затем и в крупные компании.

По данным опроса владельцев малых предприятий, в Германии 55 % предприятий не планируют расширения, 35 % разрабатывают планы медленного устойчивого роста, и только 10 % - быстрого развития за счет производства новой продукции или вступления на новые рынки, что говорит о стремлении к сохранению своего статус-кво, видимо, удовлетворяющего своих владельцев.

В 80-х гг. обозначилась тенденция к увеличению числа малых предприятий в Германии. Поэтому правомерно утверждать, что в эти годы одновременно с укреплением позиций верхушки монополистического капитала (данное утверждение ни у кого не вызывает сомнений) в экономике стран Запада наметился процесс возрастания значения мелких и средних фирм в ряде областей как материальной, так и нематериальной сферы производства [3], [6].

Относительно состояния промышленности Германии хотелось бы привести следующие цифры. Доля 10 ведущих концернов в общем промышленном обороте со второй половины 70-х гг. до середины 80-х гг. не возрастала, а по экспорту даже несколько снижалась. Наиболее же наглядной эта тенденция была в США. Согласно официальным данным, с 1980-го по 1989 г. доля фирм малого предпринимательства увеличилась с 18 до 37 %.

В общем, в 70 - 80-е гг. сначала наметилась, а затем еще очевиднее стала проявляться тенденция, при которой доля крупнейших компаний в выпуске продукции, в инвестициях, обороте и других показателях многих отраслей оставалась стабильной или даже несколько снижалась. Установилось сбалансированное состояние между мелким и средним бизнесом. Этот временный период можно считать звездным часом малого бизнеса, поскольку для предпринимательства все более важной становится быстрая, гибкая инновационная адаптация внутренней среды и внешних взаимосвязей

фирм к возрастающей неопределенности хозяйственной среды. Предприниматели все чаще осознают необходимость использовать не только преимущества специализации, особую атмосферу творчества и заинтересованности, традиционно царящую в малых фирмах, но и возможности, которые открываются при производственной кооперации: экономию на масштабах, совместные научно-исследовательские разработки, разделение риска [2].

Большой плюс малых предприятий состоит в том, что многие из них оказались более приспособленными, чем крупные компании, к условиям развития в кризисные периоды для экономик Запада. Крупные фирмы не столь чувствительно и быстро реагируют на какие-либо колебания или изменения в экономике. Не случайно в политике правительств Германии, США и многих других развитых капиталистических стран помощь мелкому бизнесу занимает особое место. Мелкие предприятия стали своеобразным индикатором общего состояния дел в экономике. Небольшие предприятия наиболее чутко реагируют на изменение хозяйственной конъюнктуры, на падение или повышение нормы прибыли в отраслях экономики. Волна разорений или образования новых компаний зарождается прежде всего в немонополизированном секторе и лишь позднее, набрав силу, докатывается до более крупных фирм, отражаясь на их деятельности.

В условиях ухудшения воспроизводства крупные компании находят "отдушину" в виде экспорта капитала. Мелкие фирмы, как правило, не имеют такой возможности [1].

Это вынуждает их для выживания интенсивно пересматривать свою производственную и сбытовую деятельность. Те из них, кто в обстановке 70 - начала 80-х гг. сумели приспособиться, выжили, другие просто разорились. Однако, в свою очередь, развитие малых предприятий при преодолении этого кризиса послужило важным средством оздоровления экономики. И объясняется это прежде всего той ролью и функциями, которые выполняет малый бизнес.

Во-первых, как уже отмечалось, он обеспечивает необходимую мобильность в условиях рынка, создает глубокую специализацию и кооперацию, без которых немислима его высокая эффективность. Во-вторых, он способен не только быстро

заполнять ниши, образующиеся в потребительской сфере, но и сравнительно быстро окупаться. В-третьих, малый бизнес создает атмосферу конкуренции. В-четвертых (и это, пожалуй, самое главное), он создает ту среду и дух предпринимательства, без которых рыночная экономика невозможна.

Мелкие и средние предприятия играют заметную роль в занятости, в производстве отдельных товаров, в исследовательских и научно-производственных разработках [8].

О том, что малые предприятия способны в больших масштабах обеспечивать работой незанятые трудовые ресурсы, говорит то, что в США в мелких фирмах в 1990 г. было сосредоточено 40 %, а в Германии 49 % всей рабочей силы. В этом заключается социальная роль предприятий мелкого предпринимательства.

Несмотря на то, что большая часть научного потенциала сосредоточена в крупных компаниях, малые и средние фирмы по широкому кругу продукции чаще начинают коммерциализацию новых товаров. Исследование 500 значительных технологических нововведений и изобретений, зарегистрированных на протяжении последнего двадцатилетия в Германии и США, обнаружило важную роль небольших фирм даже в воплощении в жизнь существенных технологических нововведений.

Успех малого бизнеса в этой области можно объяснить следующими причинами. Углубление специализации в научных разработках привело к тому, что во многих случаях небольшие фирмы идут по более простому или рискованному пути, работают в неперспективных отраслях. Мелкие фирмы также охотно берутся за освоение оригинальных нововведений, поскольку при выпуске принципиально нового изделия снижается значение крупных лабораторий с устоявшимися направлениями исследований.

К тому же малые фирмы стремятся как можно скорее наладить массовое производство. Тем самым, значение разработок, проводимых мелкими предприятиями, достаточно важно прежде всего с точки зрения расширения рынка предлагаемых товаров и услуг, что, в свою очередь, активно стимулирует процесс производства с целью наиболее быстрого удовлетворения (вновь рожденного) спроса, мотивируемого разработками, проводимыми фирмами малого и среднего предпринимательства [7].

Отношение нововведений к затратам на научные исследования и разработки на малых предприятиях в 3-4 раза выше, чем на крупных. Если проследить путь изобретения, использованного крупными монополиями, то нередко оно оказывается результатом работы отдельных ученых или мелких фирм. Однако последующее внедрение осуществляется компаниями, обладающими необходимыми для этого финансовыми и материальными ресурсами.

Обобщая все вынесказанное, хотелось бы обратить внимание на то, что мелкое предпринимательство воздействует на структуру рынка и на расширение рыночных отношений прежде всего в результате изменения количества субъектов рынка, повышения квалификации и степени общности все более и более широких слоев населения к системе предпринимательства и делового администрирования.

Развитие специализации и кооперации вовлекает мелких и средних предпринимателей в сферу влияния крупных объединений. Фактически они теряют свою независимость и превращаются в отдельные звенья более крупных монополий, хотя официальная статистика учитывает их как самостоятельные единицы. Крупные предприятия привлекают узкоспециализированные мелкие фирмы, производящие для них отдельные детали и узлы. Вокруг монополий, особенно в отраслях машиностроения, электронной промышленности, группируются обычно по несколько десятков тысяч мелких предприятий, которые пользуются финансовой и технической помощью монополий. Для хозяев монополистических объединений мелкие субподрядчики также удобны и выгодны: они поставляют свою продукцию по достаточно низким ценам. Их производственные, социальные и другие проблемы мало заботят руководителей монополий. В периоды неблагоприятной конъюнктуры и других осложнений монополии (хозяева) рвут связи со своими мелкими поставщиками, бросая их на произвол судьбы. В последнее десятилетие во многих странах усилилась тенденция к объединению мелких предприятий на основе специализации и кооперации производства в крупные отраслевые структуры, которые сейчас производят большие объемы разнообразной продукции, в том числе высокого технического и технологического уровня, и довольно успешно конкурируют на рынках с крупными компаниями и монополиями.

Важность малых предприятий еще и в том, что, ведя ожесточенную конкурентную борьбу за вы-

живание, они вынуждены постоянно развиваться и адаптироваться к текущим условиям рынка, ведь чтобы существовать, надо получать средства к существованию, а значит быть лучше других, чтобы прибыль доставалась именно им.

Массовый выпуск промышленных изделий длительного потребления (автомобилей, холодильников, телевизоров и т.п.) крупными предприятиями вызывает потребность в соответствующих промышленных услугах по ремонту и обслуживанию, которые часто осуществляют мелкие предприятия, так как монополии из-за своей громоздкости вынуждены затрачивать много усилий в этом направлении или создавать разветвленную сеть маленьких филиалов, что само по себе тоже достаточно дорогостоящее занятие, служащее в основном для поддержания престижа крупной фирмы.

Деятельность малых предприятий в менее развитых районах западноевропейских стран — это основа всей их социальной и экономической жизни и решающая предпосылка их дальнейшего хозяйственного развития.

В то же время на мелких предприятиях отмечается более высокая эффективность труда, малые фирмы с меньшими затратами удовлетворяют потребности в дефицитных видах товаров и услуг на основе разработки местных источников (сырья) и обеспечивают при этом большую занятость. Они увеличивают размеры поступлений в муници-

пальные бюджеты, стимулируют НТП, выполняют другие важные для хозяйства функции. На современном этапе повышение роли предприятий малого бизнеса в экономике Германии, США и других развитых странах — не случайность, а необходимая закономерность, вызванная самим ходом истории и потребностями, которые возникали в процессе развития производительных сил и технологий [5].

Список литературы

1. Афанасьев В. Малый бизнес: проблемы становления // Российский экономический журнал. — 1993. — № 1.
2. Мягков П., Фесенко Е. Малое предпринимательство: государственная поддержка обязательна // Российский экономический журнал. — 1993. — № 3.
3. Оноприенко В. И. Малые предприятия: Опыт, проблемы. — М.: Профиздат, 1991.
4. Певзнер А. Г. Новое о малых предприятиях. — М.: АО "Факт", 1990.
5. Разумнова И. Мелкие предприятия в промышленности США // Проблемы теории и практики управления. — 1990. — № 5.
6. Серегин А. С. Эффективность малого бизнеса. — М.: Экономика, 1990.
7. Шахмалов Ф. Малое предпринимательство в системе рыночных реформ: проблемы роста или выживания // Вопросы экономики. — 1993. — № 4.
8. Шулятьева Н. А. Малый бизнес в условиях рынка // Деньги и кредит. — 1992. — № 1.

УДК 658

Е.А. Шанка

Череповецкий государственный университет

РОЛЬ ФИНАНСОВЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ В УПРАВЛЕНИИ НЕПРОФИЛЬНЫМИ АКТИВАМИ КОРПОРАЦИИ

Финансовый менеджмент насчитывает несколько сотен финансовых показателей и коэффициентов. Для постановки системы эффективного управления необходимо определить конкретный набор показателей, просчитываемый индивидуально для каждого направления бизнеса и формирующий единый подход к управлению непрофильными активами корпорации. Кроме того, необходимо уточнить методику расчёта выбранных показателей.

Анализ данных показателей может проводиться в рамках одного предприятия во времени, а также в сравнении как с отраслевыми стандартами, так и с аналогичными предприятиями холдинга или с конкурентными предприятиями.

Наиболее приемлемым показателем рентабельности, используемым для оценки финансового состояния непрофильного предприятия, является коэффициент доходности активов ROA (от англ. return on assets). Данный коэффициент представ-

ляет собой сумму чистой прибыли и расходов на оплату процентов по займам и кредитам, делённую на сумму активов по балансу. В случае высоко rentабельности бизнеса показатель ROA позволяет оценить возможные источники дальнейшего инвестирования. Если величина показателя меньше ставки, предлагаемой банком по кредиту, то дальнейшее развитие предприятия представляется целесообразным производить за счёт реинвестирования собственной прибыли в бизнес.

В зависимости от структуры бизнеса, возникает ситуация, когда рассмотрение коэффициента доходности чистых активов показательнее и информативнее, чем анализ показателя доходности общих активов.

Одним из эффективных показателей рентабельности проекта является доход на инвестиции, или коэффициент отдачи на вложенный капитал ROI (от англ. return on investments). Коэффициент ROI определяется как частное чистой прибыли и величины инвестиций. Если имеют место привилегированные акции, то следует учесть предусмотренные по ним дивиденды (вычесть величину дивидендов из чистой прибыли). Следует учесть, что данный коэффициент применим лишь в случае расчёта эффективности вновь инвестируемого бизнес-проекта. Поскольку большинство непрофильных предприятий достались холдингу как наследие приватизации государственной собственности, то рассмотрение уставного капитала дочерней фирмы в качестве инвестиций носит условный характер.

При рассмотрении эффективности производства наиболее распространён коэффициент оборота общих активов, показывающий, какое количество оборотов общих активов обеспечивает достижение

данного уровня продаж. Коэффициент рассчитывается как частное выручки от реализации и величины общих активов. Показатель является индикатором эффективности структуры бизнеса. Например, его значение до двух даёт повод инициировать вопрос о реструктуризации активов. Если предприятие, наряду с доходными видами производства, поддерживает убыточные виды, то выгоднее отказаться от нерентабельных направлений. Очевидно, что такие шаги дают возможность получить большую отдачу от высвободившихся активов путём их диверсификации в прибыльные направления. Для оценки финансовой устойчивости бизнеса необходимо отслеживать динамику коэффициента во времени.

Для оценки платежеспособности непрофильного предприятия воспользуемся традиционными в теории финансового анализа показателями ликвидности: коэффициентом абсолютной ликвидности, коэффициентом быстрой ликвидности (промежуточным коэффициентом покрытия) и коэффициентом текущей ликвидности (иначе - коэффициентом покрытия). Данные показатели представляют собой отношение оборотных активов предприятия к его краткосрочной задолженности. В первом коэффициенте в делителе возводятся только самые ликвидные активы – денежные средства в кассе и на расчётном счёте и легко реализуемые (краткосрочные) финансовые вложения. При расчёте коэффициента быстрой ликвидности к ликвидным активам добавляется дебиторская задолженность (за исключением сомнительной). В коэффициенте покрытия в расчёт принимается вся сумма оборотных активов.

УДК 330.142.211

В.А. Нерובה
Череповецкий государственный университет

ВОЗМОЖНОСТИ АКТИВИЗАЦИИ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

В связи с нехваткой инвестиционных ресурсов на металлургических предприятиях остро стоит проблема их привлечения. Наиболее доступным источником инвестиций являются собственные средства. Однако требующийся металлургическим

предприятиям объём инвестиций не может быть обеспечен за счёт использования собственных средств. В 2001 г. капитальные вложения в черную металлургию составили около 31 млрд р. Доля собственных средств в финансировании инвести-

оборудования, выполнения всех видов работ вплоть до пуска в эксплуатацию.

Развитие событий, во многом зависящее от финансового положения и юридического статуса как Заказчика, так и Поставщика, может быть описано сценариями, представленными в [7].

Таким образом, каждое предприятие выбирает определенный вариант инвестиций, исходя из специфики проекта и работы предприятия.

Список литературы:

1. Астахов П., Макалкин И., Буткевич В. Амортизационный ресурс. Что тормозит обновление производственной базы? // Экономика и жизнь. – 2000. – Март. (№ 12). – С. 2-3.
2. Бобылев В. Г., Бобылев Г. В. Фондовый рынок акций металлургических компаний // Сталь. – 2002. – № 3. – С. 118-120.
3. Будкевич А. Г., Хованов В. А. Перспективы выпуска корпоративных облигаций металлургических предприятиями России // Известия вузов. Черная металлургия. – 2001. – № 9. – С. 58-60.
4. Горенкин А. Синдикация как способ организации финансирования // Металлоснабжение и сбыт. – 2001. – № 3.
5. Жемчужва М. А., Штанский В. А. Оптимизация финансирования инвестиций металлургическими компаниями // Черная металлургия: Бюлл. НТИ. – 2001. – № 9. – С. 50-55.
6. Каравасев Е. П. Инвестиционный потенциал предприятия и схема финансирования проектов в металлургии // Сталь. – 2002. – № 2.
7. Каравасев Е. П. Промышленные инвестиционные проекты: теория и практика инжиниринга. – М.: МИСиС, 2001. – 299 с.
8. Ковалишина Г. Почему металлургические компании не выходят на рынок ценных бумаг? // Национальная металлургия. – 2002. – № 2. – С. 49-52.
9. Козицын С. Металлургия без портфеля // Коммерсант-металлургия. – 2002. – 28 февраля.
10. Пелушкин А. А., Ларионова И. А. Оптимизация налогообложения за счет лизинговых операций при обновлении оборудования предприятий металлургической промышленности // Сборник научных работ студентов и аспирантов 2000-2001 гг. – М.: МИСиС, 2001. – С. 200-207.
11. Очередные шаги Магнитки // Вестник деловой и коммерческой информации. – 2003. – № 1. – С. 6.
12. Смирнов А. Реконструкция на крупнейших российских предприятиях черной металлургии: тенденции и факты // Уральский рынок металлов. – 2002. – № 5. – С. 20-22.
13. Философова Т. Г., Шмелева Н. В. Методические основы финансово-экономической оценки альтернативных методов обновления основных фондов предприятия // Черная металлургия: Бюлл. НТИ. – 2002. – № 7. – С. 56-60.
14. Шевелев Д. П. О проблемах инвестиционной деятельности в металлургическом комплексе // Черная металлургия: Бюлл. НТИ. – 2001. – № 7. – С. 3-5.

УДК 378.14

В.Е. Приходский

Череповецкий государственный университет

ИНСТРУМЕНТАРИЙ «ОБУЧАЮЩЕЙСЯ» КАФЕДРЫ

Наше видение «обучающейся» кафедры предусматривает осуществление целенаправленных изменений в сферах лидерства, структуры, наделения властью, информации и коммуникаций, стратегии и культуры.

Лидерство – единственный из доступных кафедре менеджмента инструментов превращения ее в «обучающуюся». Традиционно от руководителей организации, кафедры в том числе, требуется, чтобы они *сами* определили цели и задачи работы, приняли соответствующие решения, поставили подчиненным задачи и отдали необходимые распоряжения. Лидерство на «обучающейся» кафедре требует большего: руководитель (и в том

числе преподаватель по отношению к студентам) здесь выступает наравне со студентами в роли и «конструктора», и «дизайнера», и «учителя», и «непосредственного исполнителя». Он должен обладать умением выстраивать разделяемое всеми восприятие, помогать увидеть проблему в целом и сообща трудиться над ее решением, конструировать учебные курсы и открывать студентам новые горизонты.

Преподаватели как лидеры «обучающейся» кафедры, привлекая студентов к реализации программы их личностного и управленческого развития, выполняют три чрезвычайно важные функции:

1. *Формирование общих представлений об управлении (менеджменте) как феномене культуры.* Общее, разделяемое всеми преподавателями и студентами представление о менеджменте – это картина идеального будущего каждого студента, «картина», включающая в себя видение того, каким каждому студенту предстоит стать, какими будут результаты его деятельности и на какие ценности он будет полагаться. Определенное представление может создаваться либо самим лидером, либо совместно со студентами, но в любом случае цель должна стать понятной всем, запечатлеться в их сознании. Общее видение будет давать представление о желательных долгосрочных результатах, предоставляя всем свободу в идентификации и выборе возможностей, появляющихся на пути к цели. В противном случае действия преподавателей и студентов будут носить хаотичный, фрагментарный, разнонаправленный характер.

2. *Дизайн «обучающейся» кафедры менеджмента.* Руководитель и преподаватели кафедры проектируют определенную структуру обучения, включая установление политики, стратегий и форм в соответствии с концепцией обучающейся организации. В этом случае кафедра максимально использует преимущества горизонтальных взаимосвязей, в том числе командных форм работы, специальных групп и регулярных встреч преподавателей и студентов вне рамок учебного плана. Такая структура способствует установлению отношений сотрудничества между преподавателями и студентами.

Преподаватель-лидер должен стремиться к тому, чтобы его студенты осознали, что такая организация обучения носит непреходящий характер и, значит, они должны быть готовы к изменению своего отношения к учебе, к своей студенческой роли и к овладению современными формами и методами самообучения и саморазвития.

3. *Лидерство как служение.* Обучающиеся организации создаются лидерами-служителями, которые целиком отдают себя другим людям и своему видению организации. Преподаватели-лидеры готовы поделиться со студентами всем: властными полномочиями, идеями, информацией, официальным признанием. Такие лидеры посвящают себя личностному развитию студентов, а не только приобретению чего-то для себя лично. Преподава-

тель-лидер понимает, что он сможет самореализоваться как личность только через служение студентам. Преподавателю, который желает быть единственным действующим лицом в учебной аудитории, стремится к признанию только своих личных заслуг, никогда не удастся сформировать из студента самодостаточную личность. Ученик в этом случае никогда не превзойдет своего Учителя по уровню своего нравственного и профессионального развития.

Преподаватели-лидеры преданы организуюмому учебному сообществу, «учебной команде», а не собственным амбициям. Они поощряют участие, делятся властными полномочиями, способствуют повышению самооценки студентов, установлению контактов между ними и людьми за порогом вуза.

Горизонтальная структура. «Обучающаяся» кафедра должна отказаться от вертикальной структуры, отделяющей преподавателей от студентов. Для выхода на качественно иные уровни сотрудничества необходимо использовать такие идеи, как командные формы работы, горизонтальные связи, специальные группы, и такие концепции, как теория сетевой организации, в соответствии с которой отдельные учебные дисциплины получают статус автономных ячеек формирования управленческой культуры.

В этом случае командные формы учебной работы начинают преобладать над индивидуальными, а сами «учебные команды» возлагают на себя ответственность за результаты своего труда, равно как и за укрепление отношений с преподавателями. Сформированные за годы учебы на кафедре навыки командных форм работы органически станут нормой управленческой деятельности выпускников.

Наделение студентов властными полномочиями. Создать и сохранить конкурентоспособность, в том числе и на рынке труда, в среде нарастающей нестабильности и неопределенности можно только через личностное развитие, и в том числе развитие умения быть властным и пользоваться властными полномочиями.

Наделение властными полномочиями может осуществляться в формах самоуправляемых учебных команд, участия в управлении учебным процессом, а также в возможностях принятия реше-

ний, касающихся обучения и получения информации, что позволяет студентам самостоятельно, в отсутствие жесткого контроля выполнять возлагаемые на них задачи.

Мы полагаем, что повышение роли студентов в решении вопросов содержания и методов учебной работы будет способствовать, прежде всего, усилению их конкурентоспособности на рынке труда. «Обучающаяся» кафедра должна стремиться к тому, чтобы студенты ощущали себя активными субъектами образовательного процесса, были его «заказчиками», а не пассивными потребителями знаний, чтобы они брали на себя заботу о своем профессиональном росте и развитии.

Коммуникации и информационные потоки. На «обучающейся» кафедре должен быть избыток информации. Идентификация потребностей и поиск возможностей самореализации требуют от студентов осознания происходящего. Преподаватели как лидеры «учебных команд» должны придерживаться принципа, гласящего, что избыток информации лучше, чем ее недостаток. Членам команды самим предоставляется возможность выбора данных, необходимых для выполнения поставленных перед ними задач.

«Обучающаяся» кафедра и ее студенты должны также иметь доступ к открытым и электронным коммуникациям. Открытые коммуникации означают создание условий для разговоров один на один, причем подчеркнем необходимость для всех умения слушать, будь то при беседе студентов друг с другом или при обсуждении ими с преподавателями своего видения дисциплины и ее ценностей для их личностного развития.

Важно также обеспечить возможность овладеть такими коммуникативными механизмами, как электронная почта, электронные совещания, электронные базы данных и т.п.

Развивающиеся стратегии. До недавнего времени стратегия и планирование традиционно оставались сферой деятельности высшего руководства. Для обучающихся организаций это время безвозвратно прошло.

На «обучающейся» кафедре лидеры по-прежнему влияют на общее видение перспектив и направления изучения учебного предмета, но в выработке стратегии и контроле ее реализации принимают участие все. Стратегия возникает как бы сама собой, как результат дискуссий преподавателя и студентов.

В основе развития стратегического мышления и планирования студентов лежит экспериментальная настройка их мыслительных процессов. Их поощряют пробовать найти в учебной дисциплине что-то новое, с пониманием относясь к возможным неудачам. Изменения процессов и политики изучения дисциплины в оценке результатов ее изучения воспринимаются как некая последовательность благоприятных возможностей узнать нечто новое, приобрести дополнительный опыт.

Сильная культура. Культура «обучающейся» кафедры – это набор ключевых ценностей, убеждений, согласованного понимания управленческих норм, разделяемых преподавателями и студентами. Учебная деятельность на «обучающейся» кафедре обладает мощной способностью формировать управленческую культуру в трех методологически важных гранях личности:

1. Понимание того, что *целое важнее части, и границы, разделяющие части, должны сводиться к минимуму.* Студенты «обучающейся» кафедры воспринимают ее учебные дисциплины и систему учебной работы как целостную систему, рассматривая себя ее частями. Залог успеха учебной работы, организуемой «обучающейся» кафедрой, – в общем видении и понимании того, каким образом каждая частица входит в целое. Уже одно привлечение внимания к важности целого способствует «размыванию» границ между частями – преподавателями и студентами.

2. Осознание того, что *управленческая культура должна быть эгалитарной.* Управленческая культура, формируемая на «обучающейся» кафедре, создает ощущение общности, сочувствия и заботы каждого о каждом, когда индивид значим сам по себе. В структуре учебной деятельности возникает система взаимоотношений, которые «питают» всех участников, каждый из них имеет возможность развивать свой потенциал. Отвергаются любые действия, которые способствуют возникновению различий между преподавателями и студентами, между самими студентами.

3. Стремление к тому, чтобы *ценности управленческой культуры постоянно совершенствовались и адаптировались.* Предполагается, что все, даже базисные ценности постоянно подвергаются сомнению.

«Способны ли мы учиться (работать, производить) еще лучше?», «Почему мы делаем это имен-

но так, а не иначе?» – постоянные вопросы относительно «истинности» ценностей. Они «распахивают двери» творчеству и совершенствованию. Философия управления тотальным качеством начинает проявляться всюду и во всем. Студенты тщательно оценивают свою систему обучения, достигнутый уровень знаний и умений, сравнивают себя с лучшими студентами, в стремлении презойти других обращаются к внешним источникам информации, например к другим учебным материалам, другим изучаемым естественнонаучным и гуманитарным предметам. Студенты достигают более высоких показателей учебы и работы,

постоянно совершенствуют свою деятельность.

Адаптация своей управленческой культуры означает проявление преподавателями и студентами особого внимания к важнейшим заинтересованным группам, включая их самих, других «поставщиков» образовательных услуг, «потребителей» управленческой квалификации самой кафедры и ее выпускников. В такой культуре на первый план выходят творцы новых управленческих идей, услуг, процессов, что и позволяет им быть конкурентоспособными на рынке управленческого труда.

УДК 378.14

В.Е. Приходский

Череповецкий государственный университет

КАФЕДРА КАК «ОБУЧАЮЩАЯСЯ» ОРГАНИЗАЦИОННАЯ СТРУКТУРА

Концепция обучающейся организации, разработанная П. Сенджем, позволяет организациям оптимально адаптироваться ко все более изменчивой окружающей среде [1]. Для нас это чрезвычайно важное методологическое качество организационного строительства кафедры. Мы полагаем, что кафедра менеджмента сможет вовлекать студентов в поиск и использование возможностей, побуждать их к непрерывному, основывающемуся на накапливаемом опыте совершенствованию и саморазвитию только как «обучающаяся» кафедра.

Рассмотрим методологические основания построения «обучающейся» кафедры. В соответствии с концепцией П. Сенджа, обучающаяся организация – это такая организация, руководство которой характеризуется наличием пяти важных личностных качеств, которые, в соответствии с нашей концепцией формирования управленческой культуры, должны передаваться от преподавателей кафедры студентам:

1. *Системное мышление.* Кафедра и студенты должны четко осознавать принципы своей деятельности как в вузе в целом, так и на кафедре. Таким образом, и преподаватель, и студент, каждый системно решая задачи своего личностного роста, вносит свой вклад и в достижение общей

цели – подготовить высококвалифицированного экономиста-менеджера.

2. *Общее видение.* Кафедра и закрепленные за ней учебные дисциплины определяют общую для всех преподавателей и студентов роль (миссию), основное предназначение, а также генеральный, разделяемый всеми преподавателями и студентами план действий.

3. *Готовые к вызову ментальные модели совершенствования учебного процесса.* Связанный с этим процессом образ мышления преподавателей и студентов подвигает к постоянному пересмотру и развитию с целью научиться обходить «подводные камни» процесса обучения и воспитания.

4. *«Командное» обучение.* Преподаватели и студенты должны рассматривать себя как члены единой команды и энергично способствовать успеху этой команды, использовать преимущества командной работы, стремясь к достижению не только личных целей, но и командных целей и задач.

5. *Индивидуальное мастерство.* Преподаватели кафедры только тогда смогут передать студентам управленческие качества и развить их, когда продемонстрируют владение мастерством управления в команде со студентами.

Значение организации деятельности кафедры

как «обучающейся» организации состоит в следующем:

— Понимание культуры кафедры как «обучающейся» потребует от каждого преподавателя и студента переосмысления своей роли, степени своего участия в работе кафедры и своих ценностных ориентаций, будет побуждать преподавателей и студентов получать значимую для них информацию, формировать готовность к совместной работе.

— «Обучающаяся» кафедра потребует оптимального *информационного обеспечения* преподавателей, студентов и заинтересованных организаций и лиц, которые только в этом случае будут подталкивать кафедру к изменениям культуры ее деятельности.

— Типичная для обучающихся организаций *горизонтальная организационная структура*, характерная и для кафедры в силу ее немногочисленности, тем не менее требует наделения «учебных команд» всеми необходимыми полномочиями и такого распределения информации, чтобы студенты могли реализовывать «проект» своего личностного и профессионального становления, а преподаватели — руководители этих «учебных команд» — могли концентрироваться на функциях, облегчающих условия реализации их проектов и формирующих стратегию их личностного и профессионального развития.

— Тесно связанная со структурой и культурой *стратегия* деятельности кафедры также должна подвергаться изменениям и, прежде всего, кардинальным переменам в организации управленческого образования и направлении инициатив (не только сверху вниз, но и снизу вверх, а также извне внутрь и изнутри вовне) в системе этого образования.

Таким образом, «обучающаяся» кафедра менеджмента определяется нами как такая организационная образовательная структура, в которой каждый преподаватель и студент занимается выявлением и решением проблем, обеспечивая и кафедре, и себе возможность непрерывных экспериментов, изменений и усовершенствований, что благоприятствует росту, обучению и достижению поставленных целей.

Основополагающая идея «обучающейся» кафедры — ориентация на *разрешение проблем* управленческого образования и формирования управленческой культуры студентов.

На «обучающейся» кафедре все — от руководителя кафедры до студента — будут стремиться к идентификации общественных и личных целей и задач, решение которых способствует саморазвитию и самовоспитанию. Сами же они и будут заниматься их разрешением, т.е. находить оптимальные пути соединения восдино всех имеющихся в их распоряжении ресурсов и получения на выходе высококачественного «продукта» в виде сформированной личности, будь то преподаватель или студент, готовой жить, работать и развиваться в условиях рыночной среды.

Необходимо принципиально отказаться от взгляда на кафедру как на традиционную иерархию, в которой руководство контролирует все направления деятельности, разработку и реализацию стратегии, взаимосвязи кафедры с ее внешним окружением. Иерархически структурированная деятельность кафедры не позволяет формировать качества инициативы и самостоятельности, ее выпускники формируют у себя установку на ожидание «руководящих» указаний и, в лучшем случае, станут лишь хорошими исполнителями «чужой» управленческой воли.

Предлагается только частично использовать в деятельности кафедры принципы горизонтальных или сетевых организационных структур, в которых преподаватели и студенты наделяются определенной властью и ответственностью за решения относительно технологии управленческого образования, поскольку эти структуры формируют не столько индивидуальную управленческую культуру, сколько корпоративную — пройденный этап организационного развития в развитых рыночных экономиках. Предлагается использовать принципы этих структур как вспомогательные и лишь в той мере, в которой они способствуют личностному управленческому развитию студентов.

Предлагается разрабатывать и внедрять принципы деятельности кафедры менеджмента как «обучающейся» организационной структуры, основным критерий возникновения которой — самостоятельное установление кафедрой и студентами стратегических направлений и тактики своего личностного и управленческого развития. Такие стратегии возникают из аккумулируемого опыта самостоятельной учебной деятельности, когда студенты формируют свое собственное всеобъемлющее видение ситуации (никто не предлагает им готовое, чужое видение), самостоятельно адапти-

ругую к внешней среде и изменяются независимо друг от друга по мере своего профессионального созревания, но в то же время вносят свой определенный вклад в выполнение миссии кафедры – улучшение качества и уровня управленческой подготовки студентов, способствующей личностному саморазвитию и самоорганизации в условиях рынка.

На «обучающейся» кафедре значительно возрастает объем коллективного «разума», неисчерпаемо возрастут ее возможности. Преподаватели и студенты будут принимать участие во всех мыслительных процессах, включая разработку стратегии, причем границы, разделяющие преподавателей и студентов, и коммуникативные барьеры между «верхами» и «низами» будут практически сходить

на нет. Каждый будет общаться с каждым, все сообща будут решать возникающие проблемы, образуя громадный коллективный мозг, обеспечивая кафедре такую степень гибкости, которая позволит оперативно и адекватно реагировать на изменения внешней среды.

Наше видение «обучающейся» кафедры предусматривает осуществление целенаправленных изменений в сферах лидерства, структуры, наделения властью, информации и коммуникаций, стратегии и культуры.

Список литературы

1. Senge P. The Fifth Discipline: The Art and Practice of Learning Organizations. – New York: Doubleday, 1990.

УДК 330.142.211

Э.А. Цветков

Череповецкий государственный университет

ПРОБЛЕМЫ ВОСПРОИЗВОДСТВА ОСНОВНЫХ ФОНДОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Представляя собой важнейшую и значительную часть национального богатства страны, основной капитал, отражаемый в финансовой отчетности как основные средства и представляющий по материально-вещественному составу основные фонды, характеризует материальную базу, технический уровень производства. Основной капитал промышленного предприятия включает средства производства, которые многократно участвуют в процессе производства, выполняя качественно разные функции и нематериальные активы. На протяжении последнего десятилетия на предприятиях происходит физический и моральный износ основного капитала, обозначилась тенденция к утере производственного потенциала предприятий из-за высокой степени износа основных фондов. В настоящее время износ оборудования в большинстве отраслей составляет порядка 70 %. Выбытие фондов в 1,5 раза превышает их ввод. Нехватка инвестиций, запаздывание модернизации и обновления основных фондов отечественной промышленности представляет угрозу крайне неустойчивому экономическому росту в стране.

Решение проблемы воспроизводства основных фондов имеет решающее значение для функционирования каждого предприятия независимо от его размеров, отраслевой принадлежности, правовой формы и других особенностей. Важно формировать правильную инвестиционную политику, направленную на воспроизводство основных фондов в современных условиях развития экономики, так как она обуславливает структуру и эффективность завтрашней экономики.

Главным условием формирования успешной инвестиционной политики на предприятии является ориентация, в первую очередь, на достижение долгосрочных задач, а не на получение сиюминутных результатов. В настоящее время нестабильное положение экономики в нашей стране, трудности перехода к стабильному развитию заставляют предприятия добиваться краткосрочных целей путем создания антикризисных программ, необходимых для выживания в условиях перестройки хозяйственного механизма. Преобладание краткосрочной ориентации в деятельности предприятий также объясняется:

СОДЕРЖАНИЕ

<i>В.С. Грызлов.</i> Как войти в европейское образовательное пространство.....	5
Раздел I. Биология	
<i>А.А. Артеменков.</i> Организация адаптивных реакций биосистем.....	10
<i>И.В. Сидорчук.</i> Характеристика поселений барсука в Дарвинском государственном биосферном заповеднике.....	13
<i>И.А. Челпанова.</i> Гнездовые местообитания скопы (<i>Pandion haliaetus</i>) и орлана-белохвоста (<i>Haliaeetus albicilla</i>).....	18
<i>А.И. Труфанов.</i> Ульд Шадад Махамед Шейх, Н.М. Федорчук. Рентген-фазовое исследование конкрементов из организма человека.....	20
<i>О.В. Яшина.</i> Местонахождения пермских тетрапод в бассейне р. Старая Тотьма.....	22
Раздел II. Математика	
<i>В.В. Мухин.</i> Инвариантные меры на n -устойчивых подмножествах групп.....	26
<i>В.П. Егоров.</i> Исследование ненормальных матриц методом продолжения по параметру.....	28
<i>М.И. Головицкий.</i> Топология в алгебре производящих функций над полугруппой с условием конечности числа делителей.....	31
<i>А.И. Данилов.</i> Формула Шура для функции Жордана на полугруппе.....	34
<i>И.В. Илотникова.</i> Об изоморфизме трехосновных полугрупповых дистрибутивных алгебр.....	39
Раздел III. Материаловедение	
<i>В.С. Грызлов, Е.В. Меньшикова.</i> Термодинамика структурообразования бетона.....	41
<i>Т.А. Окулева.</i> Тепловые процессы в металле при его литейном плакировании.....	43
Раздел IV. Металлургия	
<i>О.Г. Ганичева, Е.В. Еришов, В.В. Селивановских.</i> Моделирование теплообмена в спекаемом слое для управления процессом зажигания агломерационной шихты.....	47
<i>З.К. Кабаков, Д.И. Габелая.</i> Способ учета перегрева при моделировании процесса затвердевания и охлаждения непрерывного слитка.....	48
<i>З.К. Кабаков, Д.И. Габелая.</i> Математическое описание теплопередачи от слитка к кристаллизатору при непрерывной разливке стали.....	51
<i>З.К. Кабаков, П.Н. Синицын, В.В. Кошелев.</i> Моделирование естественной конвекции воздуха в зазоре между слитком и изложницей.....	53
<i>Ю.А. Калаянц, П.И. Шестаков, О.В. Манько.</i> Методика расчета тепловых процессов в рабочей стенке кристаллизатора МНЛЗ.....	55
<i>Н.В. Телин.</i> Определение угловых коэффициентов в роликовых системах.....	59
<i>Ю.В. Грибкова.</i> Построение распределения давления расплава слитка в машинах непрерывного литья заготовок.....	61
<i>А.И. Винягодов, С.В. Максимов.</i> Технологические основы процесса волочения титановой проволоки с высоким качеством поверхности.....	63
Раздел V. Химия и химические технологии	
<i>С.А. Щелкунов, Г.А. Котенко.</i> Перспективный метод получения 1,3-диолов.....	66
<i>О.А. Калько.</i> Изучение взаимодействия в системе PbO-C методом термогравиметрического анализа в присутствии Sb ₂ O ₃	67

<i>А.Н. Лазарев, П.И. Сивицын, В.А. Котенко.</i> Математическое моделирование процесса паровой конверсии метана в порых катализаторах.....	69
<i>Г.В. Козлова.</i> Катализаторы синтеза углеводородов из CO и H ₂	72

Раздел VI. Информатика и управление

<i>С.Н. Хисамутдинов, Е.В. Еришов, Н.Г. Хисамутдинов.</i> Способ сжатия экспериментальных данных распределениями, полученными на основе фракталов.....	74
<i>С.Н. Хисамутдинов, Е.В. Еришов, Н.А. Гребенюк.</i> Алгоритм фрактальной аппроксимации.....	76
<i>В.В. Селивановских, Е.В. Еришов, О.Г. Ганичева, Л.И. Виноградова, Е.В. Королёва.</i> Алгоритмы предварительной обработки изображения в оптико-электронной системе анализа гранулометрического состава агломерата.....	78
<i>С.В. Белкова, Н.В. Качнев.</i> Особенности уровней автоматизации и информационного обеспечения стана 2000 ЛПЦ-2 ОАО «Северсталь».....	79
<i>Н.В. Качнев, С.В. Белкова.</i> Перспективы использования приводного контроллера Simoreg SM в информационном обеспечении СУЭП черновой группы клеток стана 2000 ЛПЦ-2 ОАО «Северсталь».....	81
<i>М.В. Седова, С.В. Белкова.</i> Использование графического редактора структурной модели электродвигателей постоянного тока независимого возбуждения в среде DS-88RU.....	83
<i>В.А. Шабалов, В.Л. Тамп, В.Н. Носиков.</i> Аналитическая модель нелинейного решетчатого колера.....	86
<i>Е.И. Бадунин, В.Л. Тамп, В.А. Шабалов.</i> Результаты анализа свёртки цифровых потоков в поле GF(2).....	89

Раздел VII. Экономика

<i>В.В. Плащенков.</i> Мировоззренческие основы оценки эффективности управления организационных систем.....	92
<i>В.М. Васильцова, И.В. Бородина.</i> Экономическая эффективность оценки конкурентного статуса фирмы.....	96
<i>В.М. Васильцова, В.С. Васильцов.</i> Рыночный механизм инноваций.....	98
<i>Э.М. Магзумови.</i> Менеджмент производственного процесса в условиях экологических ограничений.....	102
<i>Э.М. Магзумови, А.С. Каличинов.</i> Эффективность использования новых конструкционных материалов.....	105
<i>Э.М. Магзумова, Д.В. Фоменко.</i> Анализ и прогнозирование сбыта сортового проката ОАО «Северсталь».....	107
<i>Н.Н. Нванова.</i> Малый бизнес как фактор экономического развития.....	110
<i>Е.А. Шапка.</i> Роль финансовых коэффициентов в управлении непрофильными активами корпорации.....	114
<i>В.А. Неробова.</i> Возможности активизации инвестиционной деятельности в черной металлургии.....	115
<i>В.Е. Приходский.</i> Инструментарий «обучающейся» кафедры.....	118
<i>В.Е. Приходский.</i> Кафедра как «обучающаяся» организационная структура.....	121
<i>Э.А. Цоенков.</i> Проблемы воспроизводства основных фондов промышленных предприятий.....	123
<i>Юбилей Владимиру Сергеевичу Грызлову – 60 лет!</i>	125

ЛП № 021316 от 25 декабря 1998 г.

Сдано в набор 15.09.03 г. Подписано к печати 03.11.03 г.
Тир. 300 экз. Уч.-изд. л. 11,27. Усл. п. л. 14,88.
Формат 60×84¹/₃. Гарнитура Таймс.



Череповецкий
государственный
университет
