
Раздел 1

Методические и социологические аспекты совершенствования учебного процесса

УДК 371.32:378

*И.В. БРЕЙДО
И.Н. ФЕДОРАШКО
Л.И. ДАЙЧ
А.М. ЛАМЗИНА*

Методико-информационные аспекты преподавания технических дисциплин

Процесс преподавания технических дисциплин с информационной точки зрения представляет собой не что иное, как взаимный обмен информацией между преподавателем и студентами. Этот процесс при очной форме обучения условно можно разбить на два этапа. На первом этапе преподаватель создает информационный поток определенной интенсивности, в определенной области знания, в надежде, что коллектив студентов воспримет большую его часть. На втором этапе – этапе контроля полученных знаний – преподаватель оценивает обратный информационный поток, в идеальном случае — от каждого студента, с оценкой величины этого потока в виде экзаменационной оценки.

Описываемая ситуация, несмотря на кажущуюся простоту, имеет определенные проблемы, которые могут привести к срыву нормального педагогического процесса [1] и потому должна быть рассмотрена более подробно. Доказательством тому служит типичная при преподавании технических дисциплин ситуация, когда у технически грамотного преподавателя, уделяющего много времени занятиям со студентами, в конце учебного семестра, то есть на втором этапе процес-

са, значительная часть студентов оказывается неуспевающими или задолжниками. Обычно принято винить в этом только студентов, однако практика показывает, что несмотря на высокую профессиональную репутацию таких преподавателей, описанная ситуация повторяется из года в год, несмотря на разный контингент учащихся. Это дает возможность предположить, что причина находится в самом процессе преподавания, а точнее — в нарушении информационного обмена среди его участников. С этой точки зрения и рассмотрим более подробно процесс преподавания.

Информационное поле (ИП), создаваемое преподавателем, должно обладать определенной интенсивностью, а студенты должны в нем находиться, причем постоянно. Выход из информационного поля (пропуск занятия или формальное присутствие) приводит к недополучению информации и потому недопустим, поэтому со стороны преподавателя должен присутствовать контроль за наличием студентов в ИП. Особую роль играет интенсивность ИП, которая должна быть оптимальной или по крайней мере не выше определенного порога, иначе при определенной скорости выдачи информации, у студентов наступит пе-

регрузка в восприятии информации и произойдет блокирование в ее усвоении.

Здесь уместно отметить, что упомянутый порог индивидуален для каждого коллектива учащихся, и преподаватель обязан в течение первых информационных контактов установить его конкретно и в дальнейшем, не превышая его, постараться поднять. Косвенным отражением процесса восприятия информации и присутствия студента в ИП является конспект, роль которого в настоящее время незаслуженно приписана, несмотря на общеизвестный факт, что при ручной записи информация усваивается лучше, чем только при одном ее прослушивании. Наличие же конспекта у студента и его регулярный и жесткий контроль преподавателем позволит объективно судить о процессе передачи информации от преподавателя к студенту, а также частично о его качестве. В то же время только наличие конспекта и нахождение в информационном поле еще не гарантирует усвоения знаний.

На процесс усвоения знаний сильно влияет не только скорость выдачи информации, но и ее начальный уровень (глубина представления информации), на который опирается преподаватель при изложении материала, а также наличие у него практического опыта деятельности в области, охватывающей предмет обучения. Информационное поле, создаваемое преподавателем, должно, хотя бы в начале курса, соответствовать нижнему уровню студентов, и обязательно, в конце курса – верхнему уровню большинства студентов, иначе курс будет лишен интереса для одних и невозможен для восприятия другими, что плохо для учебного процесса и в том и в другом случае. В то же время общий объем информации, выданный преподавателем, должен соответствовать учебному плану. Для оперативного определения начального уровня студенческого коллектива по изучаемому предмету целесообразно тестирование по специальным тестам на начальном этапе изучения курса, а не только в конце его, как это традиционно принято в настоящее время.

Информационный поток от преподавателя носит индивидуальный (субъективный) характер и потому не может быть идеальным. Поэтому восприятие учебной информации, поступившей в лекционном виде, для ее закрепления, должно быть обязательно дополнено практическими и лабораторными работами, изучением методических пособий по предмету (в том числе и с использованием современных технологий [1]), изучением основной и дополнительной литературы по предмету, и эти процессы также должны контролироваться преподавателем.

Наиболее эффективным способом усвоения информации из литературных источников следует считать написание рефератов на заданные узкие темы и их публичный доклад перед студенческой аудиторией, что позволяет дополнительно развивать у студентов и навыки технической (профессиональной) устной речи. В этом случае некоторые темы из программы обучения, в изложении преподавателя, можно исключить, а доложенную тему учитывать по модульному принципу при оценке учебной деятельности студента. Аналогичный прием можно использовать и при наличии

пропуска у студента, что дополнительно стимулирует и учебную дисциплину.

Представляется также целесообразным, с учетом изложенного, совмещение (или приглашение) в одном курсе нескольких лекторов по избранным узким отдельным темам, при наличии преподавателей высокой квалификации, читающих сходные курсы, то есть — осуществлять своеобразный взаимообмен не только в пределах одного преподавательского коллектива, но и между учебными кафедрами. Так как процесс усвоения информации носит взаимосвязанный характер, что было отмечено ранее, то предлагается его участников, с каждой из сторон, характеризовать отдельно.

Качество процесса передачи информации от преподавателя к учащимся может быть оценено по следующим критериям:

Высококвалифицированный преподаватель:

- оценивает и контролирует начальный уровень учащихся;

- удерживает учащихся в информационном поле, путем контроля посещаемости и конспекта;

- лабораторные и практические работы использует для закрепления изложенного на лекциях материала;

- стимулирует студентов к активному использованию дополнительных источников информации и литературы;

- имеет учебное пособие по предмету;

- не считает, что плохое усвоение предмета это вина только студента.

Обычный преподаватель:

- не интересуется реальным начальным уровнем учащихся;

- не интересуется стабильным наличием студентов на лекциях и наличием у них конспектов;

- не имеет учебного пособия по предмету или имеет его значительной давности;

- равнодушен к использованию студентами учебной литературы и дополнительных источников информации;

- лабораторные и практические работы считает самостоятельной частью учебного процесса, мало связанной с лекционным процессом;

- считает, что причиной плохого усвоения предмета является только нежелание студента его изучать и его недостаточные усилия в этой области.

Качество процесса восприятия информации учащимся, в свою очередь, может быть оценено по следующим критериям:

Успевающий учащийся:

- находится в информационном поле;

- стремится активно поднять свой технический уровень, в том числе за счет внеучебного общения с преподавателями;

- ведет конспект лекций;

- активно пользуется литературой всех видов;

- активен на практических и лабораторных работах.

Неуспевающий учащийся:

- часто отсутствует в информационном поле;

- равнодушен к своему техническому уровню;

- не ведет конспект лекций;

- не пользуется литературой;

— пассивен на практических и лабораторных работах, как правило, не успевает самостоятельно их выполнить в срок.

Изложенные методико-информационные аспекты

предлагается учитывать не только для оперативной коррекции процесса обучения техническим дисциплинам, но и для сравнительной оценки эффективности учебной деятельности различных преподавателей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Когай Г.Д., Яворская Г.М. Педагогические аспекты использования современных технологий обучения // Труды университета. Вып.5. КарГТУ. Караганда, 1999. С. 9–12.

УДК 378+37.013

Л.В. КОЛЕСНИКОВА

Педагогическое управление межэтнической адаптацией студенческой молодежи в процессе обучения в вузе

На современном этапе развития полиэтнического казахстанского общества вопросы межэтнической адаптации приобретают принципиальное значение для системы образования как одного из главных государственно-общественных институтов, ответственных за организацию общего духовного пространства, подготовку молодежи к жизни в условиях полиэтнокультурной среды.

Основополагающим документом, в котором определены цели, стратегия, условия, задачи, оптимальные пути развития новой национальной модели образования, является Концепция этнокультурного образования Республики Казахстан, призванная обеспечить условия для развития поликультурной личности и воспитания многоязычного индивида, способного эффективно взаимодействовать с людьми различной этнической, конфессиональной и расовой принадлежности. Научные исследования педагогических аспектов механизма формирования межэтнической адаптации молодого поколения определены Концепцией этнокультурного образования в качестве необходимого условия реализации задач этнокультурного образования молодого поколения. Совершенствование адаптивной деятельности личности в обновленных условиях полиэтнокультурного общества требует переосмысления и значительного приращения фундаментальных и универсальных знаний специфики межэтнического взаимодействия, развития адаптивных способностей, умений использовать адаптивные механизмы в процессе межэтнического взаимодействия в разных сферах общества.

На сегодняшний день сфера высшего образования является одной из приоритетных в формировании личности, способной адаптироваться к изменениям в полиэтнокультурном обществе. Межэтническая адаптированность студенческой молодежи будет во многом определять эффективность реализации научного и творческого потенциала будущих специалистов в разных сферах межэтнического взаимодействия.

Л.Я. Рубина определяет студенчество как большую общественную группу, являющуюся источником пополнения интеллигенции, занятую деятельностью по подготовке к высококвалифицированному умственному труду, участвующую в общественно полезной деятельности [1]. Студенческий возраст является одним из главных в становлении человека как личности и активного члена общества. Б.Г. Ананьев отмеча-

ет, что «в личностном отношении этот возраст имеет особое значение как период наиболее активного развития нравственных и эстетических чувств, становления и стабилизации характера и, что особенно важно, овладения полным комплексом социальных функций взрослого человека, включая гражданские, общественно-политические, профессионально-трудовые» [2]. Это ставит определенные задачи перед высшим образованием в плане подготовки специалистов новой генерации, ориентирующихся в сложных проблемах современной материальной и духовной культуры, умеющих понимать и принимать иные культурные ценности и позиции, адаптированных к условиям межэтнического взаимодействия в разных сферах общества.

В настоящее время формирование межэтнической адаптированности студентов в вузе осуществляется в большей мере в ходе внеучебной деятельности (участие студентов в мероприятиях этнокультурной направленности), а также в процессе учебной деятельности – при изучении отдельных аспектов межэтнических отношений в составе учебных дисциплин гуманитарного, естественно-научного, художественного профиля. Отсутствие целенаправленного педагогического воздействия (управления) на процесс межэтнической адаптации студентов способствует развитию межэтнического самоадаптирования личности, которое, наряду с возможностью импровизации и следования собственным установкам и ориентациям, содержит много стихийного, непредвиденного, тормозящего достижение поставленной индивидуальной цели.

Педагогическое управление процессом межэтнической адаптации в вузе должно носить системный, целенаправленный, обучающий и воспитывающий характер, что позволяет процессу межэтнической адаптации студентов протекать осознанно, без негативных проявлений самоадаптирования, вызванных недостатком специальных знаний и умений.

Педагогическое управление процессом межэтнической адаптации студентов в вузе осуществляется посредством системы учебной и внеучебной работы, направленной на межэтническую адаптацию студентов к изменениям в этносфере на уровне общества (макросреда), на уровне группы (микросреда) и на уровне самого индивида (внутриличностная адаптация).

Система обучения высшей школы представляет собой «взаимосвязанный комплекс функционально

соотнесенных компонентов, который обеспечивает целенаправленное приобретение студентами содержательных, связанных знаний, навыков, умений, усвоенных в определенном обоснованном порядке, на основе сложного адаптивного поведения сторон — учебной и обучающей» [3].

Постоянные изменения, переходы из одного состояния в другое под влиянием внешних и внутренних воздействий и причин, присущие педагогическим системам, могут иметь обратимый и необратимый характер, вести их к сохранению и развитию или к разрушению. Для того чтобы снять возмущающее и деструктивное влияние различных стихийных факторов, возникает необходимость сохранить определенные качества, структурные и функциональные характеристики системы в заданных пределах и условиях, обеспечить оптимальный уровень ее функционирования и развития. Эти задачи решаются управлением процессом обучения. С.И. Архангельский выделяет следующие задачи управления в системе учебного процесса: четкое определение цели проведения каждого занятия и вида учебной работы, разработка плана или программы проведения занятий, организация учебной и самостоятельной работы студентов, оценка состояния учебного процесса, его корректировка и регулирование в соответствии с программой и конкретной обстановкой учебной и обучающей деятельности студентов и преподавателей [4].

При разработке системы педагогического управления межкультурной адаптацией студентов в процессе обучения в вузе нами были учтены вышеизложенные задачи управления, мы руководствовались такими принципами формирования содержания и организации обучения в системе высшего образования, как гибкость и вариативность содержания образования, преемственность по отношению к предшествующим ступеням образования; приоритетное значение ценностей и норм культуры, этики и нравственности; опережающее отражение в образовании проблем развития общества, науки и производства.

Мы основывались на личностно-ориентированном подходе к сущности содержания образования, согласно которому содержание образования направлено на удовлетворение образовательных, духовных, культурных и жизненных потребностей личности, становление ее индивидуальности и возможности самореализации. При этом развитие природных особенностей человека (способностей мыслить, чувствовать, действовать), социальных свойств (быть гражданином, тружеником, семьянином) и культурных начал (свободы, гуманности, духовности) осуществляется в контексте общечеловеческих, национальных и региональных ценностей.

Методологическую базу нашего исследования составили теоретические принципы Концепции этнокультурного образования в Республике Казахстан, а именно внедрение в практику глобальных ценностей интернациональной культуры: консолидации и межнационального согласия, прав и свобод индивидуума; осуществление подхода к образованию не как к механизму передачи знаний и профессиональной подготовки кадров, но и как к культуросообразующему институту, важнейшему средству сохранения и разви-

тия индивидуумом человеческой и национальной самобытности; программный и комплексный подход к решению проблемы, учет различных сторон сложных процессов многонационального культурного бытия.

Целью педагогического управления межкультурной адаптацией студентов является формирование межкультурной адаптированности на основе развития личностных средств механизма данной адаптации.

Задачами педагогического управления является развитие:

- когнитивно-аксиологических средств механизма межкультурной адаптации (когнитивной сферы личности);
- эмоционально-мотивационных средств механизма межкультурной адаптации (мотивационной сферы личности);
- поведенческих средств механизма межкультурной адаптации (поведенческой сферы личности).

Разработанная нами система педагогического управления процессом межкультурной адаптации студенческой молодежи включает в себя:

- спецкурс «Социально-педагогические аспекты межкультурной адаптации молодежи»;
- методические рекомендации к данному курсу, позволяющие студентам оптимизировать процесс усвоения необходимых знаний и формирования умений;
- спецсеминар-тренинг самопознания механизмов внутренней адаптации, направленный на развитие саморегуляции адаптивной деятельности студентов.

Одним из главных структурных компонентов в данной системе педагогического управления является разработанный нами спецкурс «Социально-педагогические аспекты межкультурной адаптации молодежи». Он предназначен для студентов IV курсов и может читаться на различных специальностях.

Задачами данного спецкурса, как и других структурных компонентов системы (методических рекомендаций для студентов к данному спецкурсу и спецсеминару-тренингу самопознания механизмов внутренней адаптации), является развитие личностных средств механизма межкультурной адаптации студентов: когнитивно-аксиологических, эмоционально-мотивационных, поведенческих, в целом способствующих межкультурной адаптированности студентов.

При разработке данного спецкурса мы учитывали межпредметную связь с другими дисциплинами вуза и опирались на уже усвоенные студентами знания по определенным разделам ряда дисциплин. По итогам спецкурса проводится аттестация, в середине курса — коллоквиум.

С целью реализации задач развивающего обучения, подготовка студентов к семинарским занятиям осуществляется как на основе лекционного материала, так и посредством самостоятельной проработки рекомендуемой научной литературы. В ходе семинарских занятий студентами закрепляется усвоенный лекционный материал и проводится обсуждение самостоятельно изученных вопросов. Это способствует саморазвитию студентов, обогащению теоретических знаний, формированию мировоззренческих позиций, ценностных ориентаций, развитию оценочного отно-

шения к миру, деятельности, людям. Кроме того, в содержании семинарских занятий находят отражение знания, полученные студентами при изучении других курсов, и собственный практический и жизненный опыт обучаемых. По каждой теме семинарского занятия планируется написание рефератов, докладов, проведение совместного группового обсуждения, дискуссий, выявление личных мировоззренческих позиций по обсуждаемым вопросам. В ходе лекционных и семинарских занятий используются наглядные пособия в виде схем и таблиц.

Следующим структурным компонентом предлагаемой нами системы педагогического управления процессом межкультурной адаптации студентов являются методические рекомендации к изучению спецкурса «Социально-педагогические аспекты межкультурной адаптации молодежи». Рекомендации предназначены для оптимизации процесса усвоения, закрепления и углубления знаний, полученных в ходе лекционных и семинарских занятий спецкурса. Оптимизация процесса усвоения знаний позволяет студентам быстрее осваивать новые ситуации, планировать свои действия, контролировать ход адаптивной деятельности и оценивать ее результаты.

Уровень регуляции адаптивной деятельности во многом определяется тем, какие знания относительно данного рода деятельности имеются у студентов и каким образом они могут ими использоваться. Предлагаемые нами методические рекомендации позволяют осуществлять регулирование процессом усвоения студентами знаний и умений, необходимых для эффективной межкультурной адаптации. Это достигается благодаря четкому определению цели проведения каждого занятия, разработке плана проведения лекционных и семинарских занятий, организации учебной, самостоятельной и научной работы студентов (рекомендации по выполнению курсовых работ), а также благодаря осуществлению контроля за усвоением знаний и развитием когнитивной, мотивационной и поведенческой сферы личности студентов.

Использование студентами в ходе изучения спецкурса разработанных нами методических рекомендаций способствует формированию ценностных ориентаций относительно вопросов межкультурного взаимодействия, развивает познавательные умения, необходимые для понимания всей сложности и неоднозначности проявлений межкультурного взаимодействия, способствует развитию толерантных форм поведения при межкультурных контактах, осознанному использованию механизмов межкультурной адаптации в процессе взаимодействия в обновленной поликультурной среде.

Третьим компонентом предлагаемой нами систе-

мы педагогического управления межкультурной адаптацией студенческой молодежи является спецсеминар-тренинг самопознания механизмов внутренней адаптации.

Задачами данного тренинга являются:

- самопознание студентами собственных защитных адаптивных механизмов;
- самопознание студентами собственных установок на взаимодействие;
- развитие адекватного восприятия студентами себя и других людей.

Тренинг предусматривает использование студентами полученных знаний и умений в ходе изучения спецкурса «Социально-педагогические аспекты межкультурной адаптации молодежи» и работы с методическими рекомендациями к данному курсу. Также используются знания, полученные студентами при изучении других учебных дисциплин. Тренинг проводится факультативно. Всего на него отводится 10 часов. В качестве методов тренинга используются групповые дискуссии в форме анализа конкретных ситуаций и выполнение специальных упражнений.

Таким образом, развитие межкультурной адаптированности студенческой молодежи может осуществляться при помощи системы педагогического управления процессом межкультурной адаптации студентов в вузе, направленной на развитие и формирование личностных средств механизма межкультурной адаптации: когнитивно-аксиологических (формирование знаний научных основ межкультурного взаимодействия; сущности и механизма межкультурной адаптации, условий ее оптимизации), эмоционально-мотивационных (развитие стремлений к проявлению толерантности; положительной направленности межкультурных установок; мотивов адаптивной деятельности), поведенческих (формирование умений, необходимых для эффективной адаптивной деятельности в поликультурной среде), способствующих оптимизации межкультурной адаптивной деятельности будущих специалистов в поликультурном обществе.

Педагогическое управление процессом межкультурной адаптации студентов в вузе позволяет не только развивать межкультурную адаптированность молодежи, но и является одним из важных условий, способствующих решению таких задач этнокультурного образования, как: обеспечение целостности и воспроизводимости этнонациональных сообществ; формирование и развитие у молодежи национального самосознания; выявление национально-культурных потребностей человека; обеспечение взаимодействия, взаимопонимания и взаимообогащения культур, интеграция личности в систему мировой и национальной культуры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рубина Л.Я. Советское студенчество (социологический очерк). М.: Мысль, 1981. С. 22–24.
2. Ананьев Б.Г. О проблемах современного человекознания. М.: Мысль, 1977. 334 с.
3. Архангельский С.И. Учебный процесс в высшей школе, его закономерные основы и методы. М.: Высш. шк., 1980. 368 с.
4. Архангельский С.И. Лекции по научной организации учебного процесса в высшей школе. М.: Высш. шк., 1976. 200 с.

Любой проект, в том числе и разработка учебного плана, состоит из трех главных компонентов: объема, бюджета и графика [1]. Графически это представлено на рис. 1. Объем — это объем работ, который необходимо выполнить. Бюджет отражает материальные ресурсы, которые выделяются для осуществления проекта. График производства работ показывает логическую последовательность выполнения работ и соответствующие им временные ограничения. Важнейшим элементом проекта, определяющим его эффективность, является качество реализации соответствия и взаимодействия всех его компонентов.



Рис. 1. Качество как составная часть проекта

Управление проектами обычно включает в себя следующие шаги [1]:

1. Определение проекта — здесь излагается основная идея и цель проекта.
2. Объем работ — это определение видов, количества и качества работ, необходимых для осуществления проекта.
3. Бюджет — прогнозирование прямых и косвенных затрат с учетом финансовых возможностей.
4. Планирование — определение стратегии, задач и плана действий.
5. График работ — результат определения объема работ, бюджета и планирования, представленный в виде логической последовательности.
6. Контроль — измеряется объем работ, время и расходы для сравнения с планируемыми показателями.
7. Завершение — финальная проверка и анализ реализации проекта.

Рассмотрим эти шаги реализации проекта в приложении к рабочему учебному плану (РУП) специальности. Основную цель разработки учебного плана можно сформулировать как подготовку квалифицированных специалистов, знания которых соответствуют требованиям современного рынка труда. Второй шаг создания проекта проводится специалистами соответствующих кафедр с участием представителей заинтересованных учреждений или путем консультаций. Этапу непосредственного составления учебного плана предшествует осознание модели специалиста в виде классификатора и названия специальности или специализации, стандарта специальности и типового учебного плана, в которых концентрируются требования к основным направлениям подготовки специалиста данной специальности. Этот процесс можно организовать, определив следующее:

- Требования к квалификации специалиста, которые диктуются, с одной стороны, рынком труда, а с другой — нормативами и стандартами. Это позволяет создать некую модель специалиста, которая будет служить фундаментом для разработки модели учебного плана.
- Параметрические зависимости между моделями специалистов и моделями учебных планов. Подобные зависимости позволят вносить изменения в учебные планы на основании меняющихся требований к квалификации специалистов.
- Оценку (определение рейтинга, тестирование) выпускников, которая позволит путем сравнения требований, предъявляемых к квалификации специалиста, с результатами оценки выпускников, получить общую картину конечных результатов работы по имеющимся учебным планам.

Результатами формирования модели специалиста является перечень тем, подлежащих изучению, их ориентировочный объем, логическая последовательность их изучения и директивно заданный срок обучения, что фактически позволяет реализовать 5-й шаг проекта: определить график работ. Прогнозирование прямых и косвенных затрат, связанных с реализацией РУП, может быть осуществлено расчетным методом с учетом имеющегося опыта по следующей схеме.

На основании РУП деканатами для каждой учебной группы на осенний и весенний семестры учебного года должны составляться и представляться в учебный отдел вуза *рабочие планы занятий*. В рабочем плане занятий необходимо давать перечень дисциплин, подлежащих изучению учебной группой в течение семестра. В нем указывается общее число часов по дисциплине, число часов на текущий семестр, распределение его по видам занятий и по неделям семестра. Также указываются формы отчетности по дисциплине, рекомендации по формированию потоков, суммарное число часов обязательных занятий и число факультативных занятий в неделях семестра, а также данные для образования подгрупп при изучении некоторых дисциплин. Рабочие планы занятий утверждаются в учебном отделе.

В дальнейшем кафедрами, деканатами и учебным отделом проводится согласование распределения учебных дисциплин по обеспечивающим кафедрам, результаты которого оформляются деканатами в виде *извещения кафедре* об учебных поручениях. В извещении приводится перечень дисциплин, поручаемых кафедре данного факультета, с указанием общего числа часов по дисциплине, числа часов на текущий семестр курса, числа групп, индекса групп, количества студентов в группах, распределения объема дисциплин в семестре по видам занятий. По каждому виду занятий при этом имеются данные о числе часов в неделю, числе недель, общем числе часов и форме отчетности.

Извещения об учебных поручениях используются

кафедрой для расчета *объемов учебной работы кафедр* на учебный год согласно существующим нормам и методикам. Объемы учебной работы кафедр утверждаются в учебном отделе. В документе содержится объем учебной работы кафедры по каждой дисциплине, указывается факультет, курс, количество студентов, число потоков, количество групп, номера групп, для которых читается дисциплина. Также указывается число часов, отводимых на лекционные занятия, консультации, практические и лабораторные занятия, курсовое и дипломное проектирование, производственную и преддипломную практики, на руководство аспирантами, экзамены и зачеты, посещение занятий, участие в ГКК, на рецензирование дипломных проектов и работ заочников. Объемы учебной работы кафедры и существующие нормы нагрузки преподавателей служат основой для составления *кафедрой заявки на штаты*, которая передается в деканат. На основании заявок на штаты и объемов учебной работы кафедр факультета деканатами составляется *заявка — проект штата факультета*, которая представляется в учебный отдел.

Учебный отдел проводит расчет исходных данных к *проекту штата вуза по численности*. После утверждения штата учебным отделом института проводится распределение численности штата на основе информации об объемах учебной нагрузки кафедр и других данных. Осуществленное распределение численности штата по факультетам и кафедрам учебного отдела утверждается ректоратом и рассылается по факультетам. Произведенное определение учебной нагрузки является базовым для расчетов других прямых и косвенных затрат реализации РУП.

Нетрудно заметить, что при решении приведенных задач, фактически определяются стратегия и план действий.

Для реализации 6-го шага — контроля реализации РУП — возможно использование следующих критериев:

- соответствие содержания и порядка следования изучаемых дисциплин требованиям, предъявляемым к знаниям специалистов;
- соответствие объема аудиторных, лекционных, практических, лабораторных и семинарных занятий, а также самостоятельной работы студентов требованиям, предъявляемым к знаниям студентов;
- равномерность загрузки отдельно взятого студента в течение обучения в вузе;
- равномерность загрузки преподавателей кафедр в осенний и весенний семестры;
- критерий рационального использования имеющихся материальных ресурсов вуза в образовательных целях;
- минимум временного разрыва между логически связанными дисциплинами учебного плана;
- минимум неравномерности самостоятельной работы студентов;
- рациональное объединение однотипных дисциплин в потоки.

Предлагается использовать четыре группы критериев оценки общей работы вуза:

1. Учебно-методическая.

2. Научно-исследовательская.
3. Социально-воспитательная.
4. Материальная база.

В учебно-методическую группу могут входить следующие критерии:

- наличие рабочих программ и их соответствие стандартам;
- наличие методических указаний;
- наличие тематических стендов в аудиториях;
- оценка работы преподавателей;
- оценка знаний студентов;
- привлечение специалистов с производства и др.

В научно-исследовательскую группу могут входить следующие критерии:

- количество публикаций по данному предмету;
- развитие УИРС;
- участие в научных конференциях по данному предмету;
- объем научных исследований и др.
- Социально-воспитательная группа:
- кураторская работа;
- профориентационная работа;
- пропаганда здорового образа жизни;
- разъяснение вопросов права, экологии и др.
- Группа критериев материальной базы:
- оснащенность компьютерами;
- оснащенность литературой;
- оснащенность аудиторным фондом;
- оснащенность необходимым инвентарем и др.

Каждый вид работ предлагается оценивать с трех позиций:

1. Качество — это то, насколько качественно выполняется тот или иной вид работ. Информацию о качестве проводимых работ предлагается собирать при помощи анкет, содержащих ряд вопросов, которые задают студентам и преподавателям.
2. Объем — то, какой объем работ выполнен фактически. Здесь производится количественное сравнение предъявляемых требований с моделью и/или фактической работой по разработке и внедрению учебного плана.
3. Стоимость (затраты) — какие ресурсы и в каких количествах затрачены для выполнения данной работы. Задачей является рациональное использование имеющихся ресурсов.

Приоритетность — стратификация важности критериев для подготовки квалифицированных специалистов.

Возможный вариант анализа критериев работы вуза приведен в таблице.

ПРИМЕР УЧЕТА КРИТЕРИЕВ РАБОТЫ ВУЗА
(ПО 100-БАЛЛЬНОЙ ШКАЛЕ)

Критерий	К	О	С	П
Наличие методических указаний	20	30	50	90
Наличие тематических стендов в аудиториях	40	80	90	10

Здесь: К — качество; О — объем; С — стоимость; П — приоритетность.

Организация выполнения проекта включает в себя разработку и реализацию определенной организаци-

онной структуры. Существует несколько типов организационной структуры [2, 3, 4]. Для реализации проектов наиболее подходит матричная структура, использующая в равной степени вертикальные и горизонтальные каналы коммуникаций. Такая структура управления является типичной для университетов с большой самостоятельностью кафедр, как базовой структуры выполнения РУП, междисциплинарных исследований, административных и организационных мероприятий.

Принцип матричной организации (Matrix Organization), изображенной на рис. 2, используется в тех случаях, когда главными факторами являются соответствие графику выполнения работ, а также общая координация и стоимость проекта [1]. Задача подобной организации заключается в создании групп людей (кафедр), ответственных за координацию всего проекта. Вопросы, относящиеся к внутренним факультетским и университетским делам, решаются при помощи вертикального канала коммуникаций, в то время как вопросы, относящиеся к работе над проектом РУП, в основном решаются при помощи горизонтального канала.

Если проектом является РУП по какой-либо специальности, то функции планирования и контроля качества, как показано выше, может выполнять учебно-методический отдел совместно с факультетом и выпускающей кафедрой, а расчет и контроль стоимости — бухгалтерия. При этом заведующий кафедрой фактически является менеджером проекта и координирует работу специалистов.

Матричная организация создает рабочую среду с акцентом на проекты. Каждый проект представлен на рисунке горизонтальной линией. Менеджер проекта (заведующий выпускающей кафедрой) является от-

ветственным лицом за координацию всего проекта. Он организует работу кадрового состава, формирование и использование средств труда (методического обеспечения, лабораторной базы, материальных ресурсов), контролирует процесс формирования объекта деятельности (студентов).

Общепринятым мнением [1, 2, 3] является то, что «сильной матрицей» обладает такая организация, где все вопросы, связанные с проектом, решает менеджер проекта, но не руководитель дисциплины. «Слабой матрицей» обладает та организация, где, наоборот, все решается руководителем дисциплины. Это подчеркивает особую роль заведующего кафедрой в современном университете, важность подбора действительно передовых, деятельных, понимающих цели всей организации кадров на эту должность.

Успех проекта зависит от философии организации и позиции сотрудников. Слишком большое внимание к дисциплинам может привести к проблемам с материальными затратами и временем. Слишком большое внимание к проектам может привести к проблемам с качеством и эффективностью проектов в результате потери контакта с дисциплинами. Следовательно, должен существовать баланс между вертикальными и горизонтальными каналами коммуникаций.

Наиболее существенной организационной функцией графика проекта является возможность постоянного контроля «критического пути» — последовательности работ, которые больше других влияют на эффективность и успешное завершение проекта. Для РУП это — последовательность обучающих дисциплин и других актов учебного процесса, формирующих знания и умения специалистов.

В настоящее время для разработки и оптимизации графика производства работ эффективно используются широко распространенные компьютерные программы Microsoft Project и Primavera Project Planner.

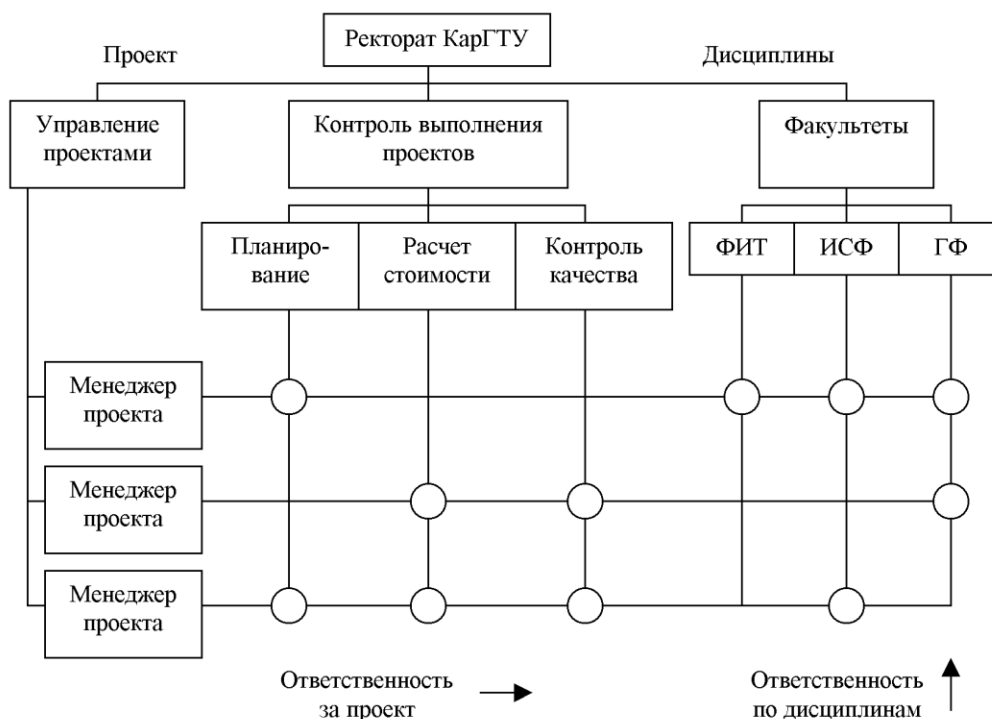


Рис. 2. Схема матричной организации

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Oberlender G. D. Project Management for Engineering and Construction. McGraw-Hill, Inc., New York, 1993 (2–65).
2. Pre-Project Planning: Beginning A Project The Right Way. Publication 39-1. Construction Industry Institute, Austin, 1994 (21–24).
3. Keller C. W. Eleven Reasons Your Organization Will Change. Black & Veatch, Kansas City, Missouri, 1999 (1–4).

УДК17.022: 3703.5.4

А.М. БЕРКИНБЕКОВА

Духовный компонент политического воспитания личности

Интерес к механизмам политического воспитания личности приобретает растущую социальную значимость. В период резкой и весьма болезненной трансформации общественного сознания от тоталитарного мировосприятия к демократическим и плюралистическим постулатам организации социальной действительности актуализируются проблемы политической культуры, воспитания и формирования у личности уважения к чужому мнению, конституции и законам. Духовная или идеальная сфера в таком воспитании начинает играть роль гаранта в процессе гуманизации воспитанника, с одной стороны, и укреплении демократических условий общества — с другой.

Политическое воспитание личности не является чем-то обособленным от формирования человека вообще. Социальная среда, определяемая в конечном счёте характером способа производства, оставляет свой след на политических взглядах и убеждениях индивида. Хотя, разумеется, в такой схематичной форме трудно отразить всё богатство реальной жизни. Ведь и сама социальная среда выступает одновременно как условие и результат деятельности человека. Личность не пассивный продукт обстоятельств, а субъект своих действий, своего изменения и саморазвития. Политическое сознание как одна из форм сознания вообще обуславливается стилем мышления человека, исповедуемыми ценностями, способностью к трезвой самооценке, т. е. активным преобразовательным отношением индивидуума к действительности. В этом заключается своеобразная диалектика взаимовлияния социальной среды на человека и человека на социальную среду (опосредованное).

Социальные условия, выступая важнейшим фактором, детерминирующим политическое поведение личности, являются и условием её социализации. Иначе говоря, политическая зрелость человека как субъекта социального действия не может мыслиться вне пространства его нравственного сознания. В сущности, только устоявшиеся и высокоморальные убеждения способствуют формированию гражданина сознательного и политически активного. Вне нравственных ценностей политика ведёт к выработке у членов социума не критического, а чаще инфантильного отношения к жизни общества, неизбежным следствием которого является деперсонализация личности. Характерный пример подобного политического «самочувствия» — годы так называемого «застоя», когда с деградацией нравственного, духовного компонента в политике нашего государства обесценивалась и политика, и государственность личности.

Нравственное, отождествляемое в широком смыс-

ле как синоним духовного, в процессе социализации воспитывает человеческое в человеке; мотивы, цели поступков, свойства характера, убеждения личности проходят как бы моральную экспертизу, когда оценивается прежде всего их нравственное содержание. Политические решения также «не свободны» от такой моральной оценки, ибо влияют на формирование человека, как и действия в любой другой социальной сфере.

Практическое и моральное сознание не автономны друг от друга. Если первое является непосредственным выразителем интересов какой-то социальной группы, его конкретно-исторических представлений о добре и зле, то второе придаёт нормативность политическим ситуациям, оценивает их с позиций общечеловеческих, духовных ценностей. Политические интересы и их реализация имеют поэтому две стороны: во-первых, объективную, выбирающую групповые и пассивные надежды и чаяния, и, во-вторых, субъективную, оценочную.

Принципы социального детерминизма в применении к морали означают также, что мораль обусловлена общими законами истории. Но эти общие законы действуют как бы на фоне взаимодействия морали и политики, морали и религии, морали и права и. т. д. Воспитание высоко духовной личности не может происходить вне тесного взаимодействия, вне конкретно-исторических условий развития общества. Личность должна не просто механически исполнять общепринятые нормы поведения, но исполнять их сознательно. Без известной меры свободы в принципе невозможно воспитать личность яркую, самобытную, однако следует учитывать, что мера эта весьма условна, подвижна и может оказывать положительное влияние на процесс воспитания лишь в случае осознанного на себя наложения человеком обязанностей перед обществом.

Политизация сознания индивида протекает, таким образом, не в социальном вакууме. Личность неминуемо усваивает уроки своего политического объекта. Более того, в таком политическом воспитании, как ни в каком другом, перманентно приходится делать выбор между эгоцентричными и общепланетарными интересами, между целью и средствами её достижения. Соотношения идеала политического развития социума и путей и способов его реализации было и остаётся центральным пунктом всякой политики. И поскольку воспитание личности невозможно представить вне политических отношений, постольку духовное, нравственное содержание этих отношений играет роль своеобразного контроля в политическом формировании человека.

Потребность совершенствования методов обучения в переходный период к рыночным отношениям объективно обусловлена спецификой строительства рынка в Республике Казахстан в условиях иностранных инвестиций, как правило представленных естественными монополистами. Происходит монополизация рынка, то есть просматривается попытка скупить все рыночные запасы определённого товара, чтобы впоследствии доминировать на рынке, назначая высокие цены. Можно привести пример работы монополистов «Караганда-Пауэр», «Испат-Кармет», «Самсунг», «Казахтелеком» и др. В таких условиях конкуренция и конкурентный рынок невозможны. Не может также являться современным и рынок покупателя, то есть рынок с превышением предложения товаров над спросом при фиксированной цене. Также состояние рынка определяет приоритетное положение потребителей продукции по сравнению с продавцами.

Чтобы обеспечить продвижение к свободному рынку, необходима конкурентная стратегия, обеспечивающая конкурентные преимущества, то есть обладание предприятием определёнными «активами» и атрибутами (заводами, шахтами с низкими издержками, новейшими торговыми марками, владение поставками сырья и т.д.), которые дают ему некоторые преимущества перед другими поставщиками аналогичной продукции на рынок. Предприятие, эффективное с точки зрения издержек, способно лидировать в цене и продукции, отличной от продукции конкурентов, может использовать преимущества, полученные благодаря «Дифференциации продукта».

В связи с этим неизбежно возникает проблема стратегии, менеджмента, то есть эффективность управления издержками, которая приносит два типа преимуществ перед конкурентами:

а) абсолютные преимущества в издержках, когда издержки должны быть ниже, чем у конкурентов, на всех уровнях производства, например, использование лучшей технологии производства или «вертикальная интеграция» поставок сырья, комплектующих деталей, оборудования и операции сборки;

б) относительные преимущества в издержках, то есть преимущества в издержках производства, полученные при помощи «Экономии на масштабе» производства, и маркетинга благодаря совокупному результату «Кривой опыта». Через некоторое время инвестиция в обновление заводов (при помощи либо внутренних разработок новых технологий, либо адаптации на разных стадиях чужих технологий) становится необходимой, чтобы поддерживать преимущества в издержках.

Преимущества в дифференциации продукции могут быть получены благодаря следующим факторам:

а) наличие множества дополнительных приспособлений и свойств продукции (то есть способность предложить продукт, который потребители считают

уникальным и обладающим лучшими функциональными свойствами, которых не имеет продукция конкурентов);

б) особые нюансы и психологические ассоциации, закрепленные в сознании потребителей при помощи рекламы и стимулирования сбыта продукции. Если учитывать динамичную природу рынка и «жизненный цикл продукта», конкурентное преимущество программ по обновлению продукции и модернизации уже имеющихся линий.

Отсюда видно, бесспорным фактором нашего времени является усложнение всех процессов общества, а также процесса обучения, при этом речь идет не только о количественном росте знаний, но и о глубоких качественных изменениях в системе обучения.

Сущность проблемы в настоящее время состоит в том, что метод преподавания, основанный на зарубежной литературе, не отвечает современным требованиям, выдвинутым в Послании-2030 и других научных трудах Президента Республики Казахстан. Современная методика преподавания ориентирует обучаемых преимущественно не на мышление, а на память. Метод обучения, в процессе которого знания преподносятся в готовом виде, называют по-разному: объяснительным, информационным, созерцательным, сообщающим, рецептологическим, ознакомительным, репродуктивным. Чаще всего этот метод называют объяснительно-иллюстрированным.

Методисты в области менеджмента считают: основной недостаток объяснительно-иллюстративного метода обучения состоит в том, что он ориентирует студентов в большей степени на память и в меньшей — на мышление. Студенту, получающему готовые знания (от преподавателя или из книг), надо только запомнить и уметь использовать.

Говоря об этой проблеме, Л.Н. Толстой отмечает: «...знание только тогда знание, когда оно приобретено усилиями своей мысли, а не памятью» (Полн. собр. соч., т. 4. М., 1957. С.27).

Методологической основой подхода к изложению темы «Менеджмент как процесс управления» является диалектический метод познания действительности, принципы историзма, причины и следствия перехода к новой экономической политике в Республике Казахстан.

Исходным требованием, предъявляемым к методике проблемного преподавания, является формирование у слушателей познания происходящего, способность творчески анализировать современную действительность, понять стратегию управления сложными процессами, происходящими в стране. Для достижения поставленных целей в менеджменте необходимо обратиться к важнейшим документам, опубликованным 22 мая 1962 года, к статье Н. А. Назарбаева «Стратегия становления и развитие Казахстана как суверенного государства».

Подчеркивая необходимость правильного подхода к изучению управления во всех ступенях развития переходного периода от тоталитарного управления к свободной рыночной экономике, Н. А. Назарбаев выделил следующие направления: стратегические цели и концептуальная модель развития Казахстана, стратегия в области внутренней политики; стратегия в области внешней политики и национальной безопасности. При изучении этого материала встречаются вопросы, содержащие в себе противоречия проблемного характера преподавания, предполагается широкое использование этих вопросов для развития познавательной деятельности студентов. Поэтому у преподавателя должны быть проверенные аргументы о противоречиях и на практических примерах он вместе со студентами может провести определенную работу по выявлению этих противоречий.

Раскрывая изложение этой части темы, преподаватель разрешает проблему, поставленную выше: усиливается или ослабевает зависимость страны в рамках инвестиций естественными монополистами?

Рассмотрение изложенного комплекса проблем представляет большой интерес: ему можно посвятить реферат, занятия в научном кружке или студенческую конференцию.

Заканчивая изложение этой части темы, преподаватель разрешает проблему, поставленную в материалах темы, проводит сравнения положения страны до приобретения суверенитета, с полученными результатами, тенденции усиления экономической независимости и использованием преимуществ международного разделения труда.

Для более полного раскрытия этой проблемы можно подготовить доклады: стратегия экономического развития; стратегия социального развития; система национальной безопасности и военная доктрина; стратегия внешнеэкономических связей; общие проблемы внутренней и внешней политики; долгосрочные приоритеты цели и стратегии реализации; миссия Казахстана в Послании-2030 и др.

Рассматривая поставленную проблемную ситуацию, необходимо дать представление о понятии стратегии и ее сущности в менеджменте.

Понятие «стратегия». Стратегия — единый набор планов и действий, направленный на достижение основных целей бизнеса промышленной, торговой или любой другой организации. Производственные цели — это экономические и социальные стремления, ради которых существует предприятие. Производственная стратегия — это стратегические планы компаний, собранные в единый пакет документов, которые создаются для определения производственных целей и путей их достижения. Производственная стратегия связывает все аспекты деятельности компании сверху вниз, включая:

а) постановку целей: определение общих целей компании (например, увеличение уровня доходности капитала или повышения прибыли компании в расчете на одну акцию и т.д.);

б) стратегическое руководство: то есть решение о том, в какой сфере будет работать компания, а также продолжит ли она текущее производство или совершит изъятие капитала (отзыв капитала из некоторых

из них и/или диверсифицируется на новом рынке или остается ли внутренним производителем или выйдет на внешний рынок);

в) выбор темпов роста: принятие решения в каждой области производства о наиболее приемлемых средствах для расширения производства и его интересов, например, органический рост или внешний рост за счет слияний, поглощений совместных предприятий;

г) конкурентную стратегию: на базе оценки сильных и слабых сторон компании и сравнения их с сильными и слабыми сторонами конкурентов, а также учитывая запросы потребителей, необходимо принять решение о средствах достижения конкурентного преимущества (низкие цены, новые продукты и так далее) перед соперниками.

Стратегия атаки — особые маневры в бизнесе, для достижения конкурентного преимущества над своими соперниками-поставщиками. Подобные атаки могут предприниматься для устранения конкурента или ограничения его доли рынка. Для того чтобы сформулировать стратегию атаки, ближайший конкурент на рынке должен ясно видеть свою цель и определить те сегменты рынка, где его соперники наиболее уязвимы.

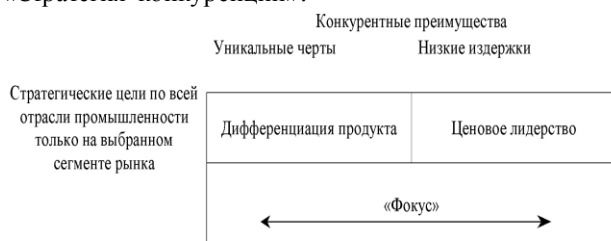
Стратегия конкуренции — сформулированные компанией стратегические планы, нацеленные на обеспечение ее конкурентоспособности на рынке, то есть возможности соревноваться и побеждать своих соперников в поставке на рынок определенной продукции. Стратегия конкуренции составляет часть общей стратегии ведения бизнеса (решения по выбору рынка и т.д.). В связи с этим становится неважным, сколько рынков изберет компания для ведения дел; общее благосостояние и процветание корпораций зависит от того, насколько хорошо идут дела на каждом отдельно взятом рынке. Основной задачей стратегии конкуренции является определение: а) сильных и слабых сторон собственной компании и компании конкурентов; б) природы и сил различных факторов, влияющих на конкуренцию на рынке. Это можно представить следующей схемой.



Следует привлечь внимание студентов к проблеме и отметить, что ключом к успешной стратегии конкуренции является ясное понимание того, какие свойства продукта необходимы потребителям (будут ли это низкие цены или сложная структура продукта), что позволит укрепить позицию конкурентного преимущества, сделает компанию менее уязвимой к атакам конкурентов, давно утвердившихся на рынке, а также избавление от диктата покупателей и поставщиков.

При обсуждении указанной проблемы, необходимо отметить три основных типа стратегии, которые помогут добиться успеха в конкретной борьбе: лидер-

ство в издержках, дифференциация продукта и «фокус». Три общих стратегии можно показать на схеме «Стратегия конкуренции».



Стратегия «Конца игры» или стратегия промышленного спада.

Данная стратегия необходима как база для выработки стратегий, наиболее подходящих для дальнейшего функционирования предприятия в этих условиях. Хотя отрасль промышленности, которая перешла в фазу упадка жизненного цикла продукта, переживает падение спроса и перепроизводство, тем не менее она может приносить привлекательный доход тем компаниям, которые обладают конкурентным преимуществом по сравнению с компаниями-конкурентами. Применение этой стратегии, на наш взгляд, даст возможность для некоторых компаний немедленного ухода с рынка и оказаться более выгодным, чем бесплодная работа. В переходный период экономики использование этой стратегии поможет каждой отрасли промышленности воспользоваться своей особенностью, поэтому, чтобы сделать верные выводы, необходимо правильно оценить ситуацию:

а) особые причины для упадка, уровень падения спроса и возможное существование растущих сегментов рынка;

б) структура рынка применительно к уровню концентрации рынка, характеристика покупателей и факторы, влияющие на степень конкуренции;

в) собственные недостатки и достоинства компании в сравнении с недостатками и достоинствами конкурентов из этой отрасли.

Указанная стратегия вполне применима для экономической политики Республики Казахстан (Послание-2030), поскольку подобная оценка предоставляет неистовые стратегические возможности:

а) сохранить или увеличить инвестиции компаний в рынок, например, путем слияния и поглощений, расширением своей доли на рынке и одновременно с этим снятие избыточной мощности с рынка. Эта стратегия, безусловно, высокой степени риска, но вполне приемлема, если компания обладает конкурентным преимуществом (например, низкие издержки или про-

дукты высокого качества), а сама отрасль показывает определенные признаки «Конца игры», то есть низкий уровень падения спроса вместе с существованием прибыльных сегментов рынка;

б) выборочно свернуть производство, перефокусировать компанию с неприбыльных секторов на разработку прибыльных секторов;

в) продолжать работать на рынке с минимумом затрат и не делать усилий для соединения позиции на рынке;

г) немедленно изъять капиталовложения, продать предприятия конкурентам или иностранным компаниям целиком или частично или ликвидировать бизнес.

Можно привести еще несколько видов стратегии: стратегия корпорации; стратегия маркетинга; стратегия обслуживания валютного рынка; стратегия определения ассортимента продуктов; стратегия промышленности в период спада; стратегия проталкивания; стратегия прочного внедрения на рынок; стратегия рынка продуктов и др.

Назначение вышеупомянутых стратегий заключается в выработке детального всестороннего комплексного плана, предназначенного для того, чтобы обеспечить осуществление миссии организации и достижение ее целей:

– способствует четкой координации предпринимаемых предприятием усилий;

– готовит предприятие к возможным внезапным рыночным переменам;

– формирует систему целевых показателей деятельности для последующего контроля;

– демонстрирует взаимосвязь обязанностей всех должностных лиц.

Необходимо планирование, чтобы нормальная деятельность предприятия не была нарушена ходом будущих событий.

Возможность корректировки планов должна сочетаться с необходимостью адаптации. Адаптация — непрерывное приспособление предприятия к изменяющимся условиям — является ключевой проблемой планирования.

Поскольку наше исследование направлено на качественное совершенствование учебного процесса и преподавания, то важным является вопрос принципов и методов планирования.

Принципы — это правила, которые необходимо соблюдать в планировании. Можно выделить три принципа в планировании: участия, непрерывности и холизма, то есть целостности.

ӘОЖ 63.3 (каз)

**Т.Ж. ҚИҚЫМОВ
У.Е. ДӘУІРБАЕВА**

XX ғасырдың 20–30 жылдарындағы Қазақстанда байларды тәркілеу саясатының іске асырылуы

Қазақстан тарихындағы ақиқат тұрғысынан баға беретін және сол кездегі жіберілген заңсыздықтардың сырын ашатын кезеңдердің бірі-тәркілеу саясаты-1928 жылы тоталитарлық жүйе жүзеге асырған қазақ байларын күштеп тәркілеу және оларды жер аудару тұтас бір халықты ашықтан-ашық қуғын-

сүргінге ұшыратқан. Тәркілеу саясатының тарихи шындығын ашу үшін, тарихи деректерге негіздеп, дәлелдеу қажет. Ендеше бұл мәселенің бетпердесін ашу — бүгінгі тарих ғылымының алдындағы жауапкершілікті, әрі абыройлы міндеттердің бірі болмақ.

Қазіргі кезде Қазақстан тарихнамасында Советтік

Қазақстан тарихындағы, көшпенді қазақ ауылының тарихымен байланысты «ақтаңдақтарға» аз көңіл бөлініп жүрген жоқ. Соған қарамай өкінішке орай, Қазақстандағы тәркілеудің толық таразыланған деректері жоқ. Солай болай тұрса да, үздік-үздік деректер бұл құбылыстың кең канат жайғанын дәлелдеуде.

XX ғасырдың 20-шы және 30-шы жылдарының алғашқы жартысындағы Қазақстанның экономикалық-әлеуметтік өмірі туралы, сондай-ақ осы тарихи кезеңнің халық тарихында алатын орны жөнінде жарық көрген еңбектер аз емес.

Қазіргі Қазақстан Республикасының тәуелсіздік алуына және жариялылық пен демократия жасаған жағдайды пайдаланып Қазақ тарихының «ақтаңдақ» беттерін, қалың оқырманға жеткізу, түсіндіріп беру зерттеушілердің қасиетті парызы. Міне осыны басшылыққа алған, еңбектердің бірі — М.Қойгелдиев пен Т.Омарбековтің «Тарих тағылымы не дейді?»—атты еңбегі [1]. Аталған еңбекте көшпелі және жартылай көшпелі қазақ шаруаларын күштеп жаппай ұжымдастырудың ауыр салдарлары сөз болады. Осы уақытқа дейін бұл мәселеде шындық жартылай ғана айтылды. Оның өзінде де Сталиндік — Голощекиндік күштеп ұжымдастырудың шынайы мазмұны бұрмаланып, ол «ленин жолы», «ленин өсиеттерін жүзеге асырудың жарқын көрінісі», «лениндік кооперативтендіру жоспарының салтанаты» ретінде көпірме сөздермен асыра дәріптеледі.

Еңбекте осы ойды нақты мысалдармен көрсетіп беруге көп көңіл бөлінген.

Қазақ тарихының осы уақытқа дейін зерттелмеген немесе біржақты зерттелген күрделі кезеңдердің саяси бейнесі жасалған.

Қазақ тарихының аса маңызды кезеңін қамтитын еңбектің тағы бірі — Ж.Б.Әбілғажиннің «XX ғасырдағы Қазақстанның әлеуметтік-экономикалық тарихы очерктері»[2]. Бұл еңбекте (1917–1991 жылдардағы) Совет дәуіріндегі Қазақстанның әлеуметтік-экономикалық тарихының сатыларын қарастырады. Алғашқы очерктер «соғыс коммунизмі», жаңа экономикалық саясат (ЖЭС), ұжымдастыру, тәркілеу саясаттарына арналады. Автор еңбегінде алдымен архив қорларынан алынған, жарыққа шығарылған жаңа құжаттарға, ғылыми басылымдарға сүйенген. Байларды тәркілеу және бүкіл елді жаппай ұжымдық шаруашылыққа көшіру жұмысына 1919 жылдан бастап дайындық жасалғанымен, іс жүзінде басу, күштеу саясаты қолданылды.

Елдің әл-ауқаты, материалдық базасы, сол кездегі экономикалық жағдайы, халықтың тұрмыс тіршілігі, кәсібі ескерілмейді. Ал тарихи шындыққа архив құжаттары мен сол кездегі партиялық баспасөздің өз бетінен алынған деректерге, сол тарихи кезеңде өмір сүрген адамдардың естелік, күнделік және хаттарына сүйеніп қана жете аламыз.

Егеменді ел аталып, тәуелсіздігімізге ие болғаннан бері халқымыздың бастан кешкен зобаландар мен зұлматты жылдардың ақиқатын ашық айтуға мүмкіндік алдық, тарих көмбелері ашылып келеді.

Соңғы жылдары Республикалық «Жұлдыз» журналының басылымдарында, тәркілеу саясатының қандай жолмен іске асырылғандығына байланысты, Бисембі Әрішұлы, Шағи Сәрсенбеков, Мәуітхан Сы-

дықов, Жортауыл Рысаков, Ғалым Ахмедовтардың естеліктері жарық көрген еді.

Біз осы мақаланы жазу барысында жоғарыда аталған авторлардың естеліктерін байларды тәркілеу кезіндегі заңсыздықтар мен байлар жанұяларына қарсы қолданылған шектен тыс жүгенсіздіктерін, ашып көрсетуде нақты дерек ретінде пайдаланамыз.

Ірі байлардың, «Жартылай феодалардың» еңбек құралын (ең әуелі малын) тәркілеп алу, сол сияқты олардың өздерін үй-ішімен тұрған аймағынан көшіріп жіберу әлдеқайда қатал қытымыр мақсатты орындауға бағытталды.

Аса ірі байлардың малын тәркіге салу мәселесі 1923 жылдың наурызында Қазақстанның III партия конференциясында қойылды. Алайда ол кезде экономикалық және саяси дағдарыстан шығуға бағытталаып жүргізіліп жатқан жаңа экономикалық саясат стратегиясы әсіре-коммунистерді тежеп ұстап тұрды. Бірақ 1927 жылдың қарашасында Қазақстанның YI партия конференциясы байларды, «олардың мал мен құрал-жабдықтың бір бөлігін тартып алуды мүмкін» деп есептеді, жергілікті партиялық «теорияшылардың» пікірінше бұл-ауылды орташаландыруға және оның өндірігіш күштерін дамытуға апарып жеткізуге, сөйтіп пролетариаттың ауыл еңбекшілерімен одақ құруы бұрынғыдан бетер тездетуге тиіс болды.

1928 жылдың желтоқсанында Республика өкіметінің жоғарғы буындарында ірі-ірі байлар шаруашылығын тәркіге салу жөніндегі заң жобасын әзірлеу үшін комиссия құрылды. Сол жылы Өлкелік Комитет науқанға тікелей басшылық ететін комиссияны құрды. Комиссияның төрағасы Е.Ерназаров тағайындалды, оның құрамына: О.Исаев, Н.Нұрмақов, Ғ.Тоғжанов, О.Жандосов және т.б. кірді. 1928 жылдың 27 тамызында Орталық Атқару Комитеті мен Республикалық Халық Комиссарлары Кеңесінің мәжілісінде тәркілеу жөніндегі Заң жобасы қабылданып, жарлық қаулы түрінде құжатқа айналды. Ірі байлардың мал-мүлкін тәркілеу және оларды жер аудару туралы қаулының да тарихи құжат ретінде анықтайтын тұстары жетерлік. Республика округтерінде тәркілеуді өткізу жөнінде өкілдер тағайындалды. Ауыл-ауылға тікелей мыңнан аса өкіл жіберілді. Ел үріккен қойдай дүрлігіп жатты, сонан отыз-қырықтай кісінің басы құралып, жиналыс өтті. Ыбраевтің сөзі қысқа болды. Ол кәмпескенің «саяси мәнін» мадақтап, қанаушы, қаналушы топтың бірін жою, біріне теңсіздік әперу дейтін сөзді көпірткен жоқ. «Заң шықты, сол заңға сәйкес байлардың малы, мүлкі алынады, өздері үй-ішімен жер аударылады. Енді біз осы жұмысты орындауымыз керек. Қазірден бастап Байсекенің малы мен мүлкіне иелігі жоқ, барлығы мемлекетке беріледі. Малға күзет қоямыз, ертең санап, үй мүлкін қаттап қабылдаймыз», деді [3, 163-6].

Ертесіне санап, түгендеп, ен таңбасын анықтап, олар 750 жылқы, 1300 қойды айдап әкетті. Мал айдаушылар байда «кегі» бар кедейлер еді. Бай үйін жағып, жүгін артып, өзін көшіріп әкетті. Жұртында еңіреп жылаған ел, ұлыған иттер ғана қалды [3, 163-6].

1928 жылға дейін негізгі бай деп аталғандар кәмпескеленіп, жойылды. Бұлардың от басы азаматтары түрмеге қамалды, үй-іші панасыз қалды. Жас жұбайлары, бой жеткен қыздары қаңғырып, жөніне кетті.

1928–1929 жылдардың қыс айларында елге «қызыл жүн» деп аталатын жүн салығы түсті. Осымен қатар шүберек, тері, сүйек жинап тапсыру міндет еді. Салықтың мөлшелері тым көп, өтеу мүлде мүмкін емес. Сондықтан, қыстың қақаған аязында, ұлыған боранға карамай, жұрт қой қырықты, түйе күзді. Көрпелерін сөгіп жүнін алды, алашалары, арқанын түтіп жүн етті. Мұндай сорақылық тағылықты кім көрген? [4, 163-6].

«Қызыл жүн» жоспарын орындамағандар айдалып кете барды.

Ірі байлар деп кәмпескеленіп, мал-мүлкі тартылып алынған адамдар кім еді. Олар маңдай тері мен бар күш жігерін жұмсап, мал өсірген қарапайым көшпенді қазақ. Мал өсіріп, күнкөріс жасағаннан басқа олардың ешқандай кінәсі жоқ-ты. Олардың ішінде небір сақилар (мырза, жомарт) да болатын. Ірі байларды жойғаннан кейін шаруаларға келді. Бұларды да тап ретінде жою науқаны басталып, мал-мүліктері тартып алынды. Анығына ешкім қарап жатпады. Байлар мен кулактарды құрту кезінде оларға көмектесті деген желеумен кінәсіз ел зиялылары да қамауға алына бастады. Қылмысты деп табылғандардың қамалған жері — Маңғыстаудағы Кетік (қазіргі Форт-Шевченко) қаласы [4, 163-6].

Елді үркітіп, қорқытып бай, би, молда, атқамінер, тағы басқаларды тергеп, ұстап, айдап кетуге жаны құмар ОГПУ қызметкерлері мен қатыгез жауыздардың өз ішімізден шыққанын айтпай кетуге болмайды.

Сол кезде бала, қазір құрметті зейнеткер Қаржаубаев Қамысбай 1991 жылғы 17 қазанда облыстық «Маңғыстау» газетінде 1930-1931 жылдардағы асыра сілтеу, зорлау-зомбылықты былай деп дәл суреттеген: «Қазақ өлкелік партия комитетінің сол кездегі бірінші хатшысы Ф.И.Голощекиннің жергілікті халықтың тұрмыс тіршілігімен санаспастан, күштеп ұжымдастыру саясатын ұстауы талай қасіретке ұшыратты. Ел арасынан шыққан шолақ белсенділер жұртты қан жылатты. Наразылық білдірген мал иелері тұтқынға түсті. Екі түйесі барлар «орташаға» жатқызылды. Олардың малын еріксіз айдап кету өз алдына, дүние-мүліктер мен баспаналарын кәмпескеледі, түйенің жабуын, ертоқымға дейін тартып алып, ескі-құсқы жинауды талап етті. Мұндай қатігездік әрекет маңғыстаулықтарды мейлінше күйзелтті. Мұның арты 1930-1931 жылдарда Адай көтерілісінің бұрқ ете түсуіне себепші болды», дейді [4, 166-6].

Міне, осындай «ауыл байларын ауыздықтап, мал-мүлкінен айыру салдарынан көптеген қауымдастықтар өндіріс құралын ұдайы өндіруге және малды жинастырып, керекті өнімді өндіруге міндетті түрде қажет малдан айырылып қалды да, ұзамай мүшелері жалаңаш-жалпы жарлылар қатарын толықтырды. Ал, шіріген байлар малын тартып алып бір кезде өздеріне сауынға берген келесі бір қауымдарда енді тәркіге тағы түсіп, азып-тозып кетті.

Әкеміздің мал-мүлкі кәмпескеленіп, біздің айдалып барған жеріміз сол кездегі Сырдария округі (Шымкент) болды. Округ аткомы тұрақты мекеніміз Мерке ауданы етіп белгілеп № 1 ауылға орналастырды. 1928–1929 жылдары сол ауылда отырдық. Мейірімді, меймандос халық акниетінде, құрмет-қошеметінде аяған жоқ. Тапшылық көрмей жақсы тұрдық. Осы кезде мұнда да бай, кулакты құрту мен

науқанға қайта іліктік [5, 170-6].

Айдалғандар — ірі байлар. Қалғандары байлар, орташалар, әлді шаруалар, кедейлер деген ара жігі ашыла қоймайтын топтарға бөліп аталды. Орташа кім, бай кім, әлділер кім? Кедей тобына тек кісі есігінде малайлықта болғандарды ғана жатқызады.

Ірі байлар мен орташалардың мүлкін тәркілеу туралы мәселе Қазақстанның партия ұйымы үшін жаңалық болған жоқ. Байларды тәркілеу туралы мәселе облыстық (округтік) партия конференция-ларында талқыланғаны туралы жоғарыда айтып кеттік. Тек уақыт өткен сайын бұл мәселе әртүрлі мағынада, ыңғайда кездесіп қалып жүрді. Ол бірақ өзінің мақсатын өзгертпеді. Бұл мақсатқа партия мүшесі, белгілі қоғам қайраткері Смағұл Сәдуақасов үзілді-кесілді қарсы болды.

Ең алдымен, бай малын алым-салықтың орасан зор мөлшерде көбейгенімен келіп, бірден іске асырылды. Ел малын топтап, айдап, сатып салықтарын төледі. Орташалар да мүшкіл күйде еді. Береке-бірлік кете бастады, қалыптасқан тұрмыстың шырқы сиқы бұзылды. Ақжүректер мен белсенділер аласұра айғайға басып, «анау — байлардың құйыршығы», «мынау — байлардың туысы», «құдасы», «күйеуі», «бәрінің көзін жоғалту керек» десіп шапқылап жүр [5, 165-6].

Малға алынған ақшалай салықтың арты астық салығына ұласты. Бұрын ішінара қайсібір шаруалар болмаса, астық егуді кәсіп етіп көрмеген елге бұл адам айтқысыз жүгенсіздік, жолсыз зәбір болды. Қысылған адамдар жан-жақтан іздеп, астық тауып өткізді, қолындағы бар малын сатып, аяқ жетер жерден бидай тасыды. Астық тапсыруға шамасы келмегендер үкіметке қарсы байшыл деп танылып, сотсыз, тергеусіз қамалып жатты. Оның үстіне салық үсті-үстіне қайталана берді.

Біз онда Алакөл ауданының Жасылкөл деген жерінде тұратынбыз. Бір күні түн ортасында шешем екеуміз қаштық. Қашу себебіміз:

Біріншіден, шешеме шолақ белсенділер маза бермеді. Әсіресе, Абылай Жазыбаев деген «Тоқал бол», — деді. Әйтпесе, «налог» төлейсің дейді. Бізде салық төлейтіндей ештеңе жоқ.

Екіншіден, аштық. Шешеме ғана бір тостаған көже береді. Ол екеумізге жетпейді.

Үшіншіден, басымызда пана жоқ. Бары — жыртық қос [6].

Алым-салық нормасының күрт өсіп кетуінің зардабына шыдамай, шаруашылықтардың едәуір бөлігі, сол жылдардың тілімен айтсақ, «өз бетімен тәркіленді», яғни шаруа кәсібінен безіп, қалаларға кетті. Салық салудың белгілі бір заңы болған жоқ. Дікілдеп келеді де, «үш күннен қалдырмай мұнша бидай өткізуге міндеттісің, кулакқа жатасың», — дейді. Күйзелген ел күңіренуден басқа не істеп алсын? Кешегі орташалар мен әлді шаруалар аталатындар келдейін кебін киді де, кедейлер қайыршының күйіне жетті [3, 165-6].

Ол жылдары қоғам жұмысына араласқан адамдардың көпшілігінің білімі аз, кейбіреулері төменнен жоғарлатылған (выдвиженец) адамдар еді. Көбі ниеті түзу болғанмен, істің жөнін білмейді, тек құр айқай, соның ішінде асыра сілтеушілік кең орын алды. Со-

нымен қатар жоғарыдан берілген нұсқаулар да кулактарды тезірек құртып, елді белгіленген мерзімнен қалдырмай, колхозға тартындар-деп асықтырды. Бұрын малының жайына қарай әрқайсысы әр жерде отырған елді бірден отырықшылыққа айналдырып, ешбір дайындықсыз бәрін бір жерге топырлатқаннан кейін шаруашылықтың күйі тайды. Оның үстіне елдің астығы шыққан-шықпағанына, тіпті егінді еккен-екпегеніне қарамай жоспар беріліп, оны орындау «бірінші парыз» болып есептелінді. Уәкілдер мен белсенділер ештеңемен санаспай, елдің ішіп отырған азығына дейін сыпырып әкетіп жүрді. Мұндай да ауданда, облыста болсын «шаш ал десе бас алатын адамдардың мансабы жоғарлатылды».

Сол жылдары бізде бір Қырықбай деген, ертеректе партияға кірген, бірақ хат танымайтын, жасы біразаға келген бір адам жұмыс істеді. Саяси сабақ өткізгенімізде ол екі сөзінің бірінде «Жарықтық партияның сара жолы» деп отырушы еді. Бұл бірақ ешкімге зияны жоқ момын адам болатын. Ал мен бір себеппен 1931 жылы ел ішіне шыққанымда «Бипылни Мамыт» деген сол кездегі бір белсендіні көргенім бар. Еңгезердей сары жігіт, жасы отыздар шамасында, хат танымайды, бірақ актив — белсенді. Қолында дойыр камшысы бар, елден астық жинап жүр екен. Көрінген кісіге тек «Ой әкеңнің — бипылни» дейді екен, жоқ десе камшымен тартып-тартып жібереді. Мұның «бипылни» не десем, орыстың да көпшілігінің әлгі Мамыттан айырмашылығы шамалы болатын [7].

Мал өсіретін шаруашылықтар күш көрсету мен алым-салықтың ауырлығын көтере алмай, көбі шет елге ауып кетті. Бұл арадағы гәп «байлардың тіміскі» әрекетінде ғана емес, әрине, бұл да болған шығар-дәстүрлі құрылымның (аса күрделі ұдайы өндірістік, институтционалдық, әлеуметтік-мәдени, партиархалды-рулық байланыстары) ерекшелігі аса ірі шаруашылық соңынан тұтас қауымның кетіп қалуға мәжбүр етті. Бірақ сол кезеңдегі жаппай көшіп кетудің басты себебі: мемлекеттің, халықтың күн-көрісін қаматама-сыз етіп тұрған жүйені бұзған еріксіз күштеу саясаты болатын.

1930 жыл — елдің Қытай жеріне көше бастаған

кезі. Алғашқыда аздаған адамдарды қашқын десіп жүрді де, бара-бара қашқындық жалпылама сипат алды. Астына ат тауып мінгендердің барлығы да кете барды. Енді атты бандылар, себебі олар әр жерден қазынаға қарасты малды айдап, оқшау-оқшау жерлерден кооператив мүліктерін басып алып жүрді [3, 167-6].

Қашқан бандылардың іс-қимылдары саяси көзқарас тұрғысынан үкіметке қарсылық есебінде бағаланды: ішінде кедейлер болса, олар бай-кулактардың азғыруымен адасып жүргендер болып танылды. Олар неліктен қашқын болуға мәжбүр? Ол кездің әпербақан, сыңаржақ, ұрдажық саясаты еш нәрсені таразыламады. Ұран беру ғана: «Айдау, қамау, қыру, жою!» Қырылып, жойылып жатқан кім? Мұны ешкім сұрамайды, білгісі де келмейді [3, 168-6].

Науқан қорытындылары туралы деректі материалдарға қарағанда, іс жүзінде 696 шаруашылық тәркіленіп, олардың 619-ы өздері тұратын округтен тыс жерлерге аударылған, олардың 145 мың мал (ірі қараға шаққанда) экспроприацияланған. 114 мыңға жуық мал колхоздар (29 мың, яғни 26%) мен кедей батырақ қожалықтары (85 мың, яғни 74%) арасында қайта бөліске түскен. Малдан басқа 633 киіз үй, 475 үй, 44 қамба, басқа да 534 қора-қопса, 108 соқа, 113 тырма, 248 пішен шапқыш, 1367 арба, т.т. экспроприацияланған.

Соңғы жылдары Қазақстан тарихнамасында 20-30 жылдардағы байларды тәркілеу саясатына байланысты «актандақтарға» аз көңіл бөлініп жүрген жоқ. Сол кезеңді қамтитын еңбектердің бірі — М.Қойгелдиев пен Т.Омарбековтың «Тарих тағылымы не дейді?» [1]; Ж.Б.Әбілғажинның «XX ғасырдағы Қазақстанның әлеуметтік-экономикалық тарихи очерктері» [2] атты еңбектерінде тәркілеу саясатын іске асыру әдісін ашып көрсетуде архив қорларынан алынған, жарыққа шығарылған жаңа құжаттарға, ғылыми басылымдарға сүйенген. Соған қарамай бұл мәселені зерттеуде әлі де болса жаңа дерек түрлерін пайдалануды керек етеді.

Сондықтан біз мақалада тәркілеу саясатын көзімен көрген куәгерлердің естеліктеріндегі нақты фактілерді зерттеуде пайдаланып, тарихи шындықтың бет пердесін ашуға әрекет жасадық.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Қойгелдиев М., Омарбеков Т. Тарих тағылымы не дейді? Алматы, 1993.
2. Әбілғажин Ж.Б. XX ғасырдағы Қазақстанның әлеуметтік экономикалық тарихы очерктері. Алматы, 1997.
3. Рысақов Ж. Қасірет жылдары //Жұлдыз. 1992. № 2.
4. Бисембі Әріпұлы. Адай көтерілісі неден басталды // Жұлдыз. 1993. № 6.
5. Рысақов Ж. Қасірет жылдары //Жұлдыз. 1992. № 10.
6. Сәрсенбеков Ш. Үш аштық //Жұлдыз. 1994. № 7. 175-б.
7. Ахмедов Ғ. Сол бір ауыр жылдарда //Жұлдыз. 1989. № 9. 145-б.

УДК 378+37.013

Л.В. КОЛЕСНИКОВА

Структура и механизм межэтнической адаптации

На современном этапе, когда происходят глобальные перемены в общественном устройстве, человек постоянно сталкивается с новыми условиями деятельности и общения. Изменения, происходящие в полиэтническом обществе, требуют не простого приспособления, адаптации к ним, а в большей степени развития лично-

сти, ее мировоззренческих позиций, взглядов, убеждений, умений эффективного взаимодействия с людьми разных этнических групп. В этом плане значимым представляется утверждение А.Н. Леонтьева о том, что личность человека формируется общественными отношениями, в которые индивид вступает в своей деятельности.

Изменение некоторых особенностей индивида, их трансформация является не причиной, а следствием формирования его личности [1].

Анализ современных исследований различных аспектов этнической проблематики позволяет выделить важные и актуальные на сегодняшний день тенденции: 1) изучение особенностей этнического самосознания учащейся молодежи; 2) развитие и воспитание поликультурной личности; 3) формирование культуры межнационального общения; 4) развитие уважения и толерантности по отношению к людям другой этнической принадлежности, патриотических чувств и осознанное стремление к активно-полезной деятельности на благо Родины. Исследования являются важными для дальнейшего совершенствования межэтнических отношений и развития интернациональной направленности личности.

Вместе с тем, вопросы, касающиеся научного аппарата, структуры, механизма межэтнической адаптации личности, остаются практически не разработанными.

В своем исследовании мы попытались определить структуру и механизм межэтнической адаптации личности, выявить группы средств, обеспечивающих адаптивный механизм, проанализировать их функциональную значимость для процесса межэтнической адаптации.

Под межэтнической адаптацией мы понимаем непосредственное или опосредованное взаимодействие людей разной этнической принадлежности, этнических групп между собой и с многоуровневой полиэтнической средой, направленное на взаимоприспосабливание и взаимопривыкание к условиям взаимодействия в данной среде, а также на осуществление оптимального взаимопреобразования как условий полиэтнической среды, так и характера совместной межэтнической духовно-практической деятельности.

Внутренним источником, причиной межэтнической адаптации является несоответствие привычных форм и способов деятельности этнофоров (людей в роли носителей этнических черт) в полиэтнической среде их новым потребностям и возможностям в условиях изменившейся социальной среды. Данные потребности обусловлены как внутриличностными изменениями (изменение мировоззренческих установок, мотивов деятельности и т.п.), так и изменениями в условиях самой социальной среды (новые приоритеты развития рыночной экономики, научно-технической политики, культуры, новые образовательные концепции, изменения законодательной базы, касающиеся различных сфер жизни, возрождение этнокультурных традиций, национальных ценностей и языков народов Казахстана). Внутренняя противоречивость вызывает у субъектов состояние напряженности и поиска адекватных реакций. В свою очередь, в ответ на реакции субъектов, определенным образом реагирует адаптируемая социальная среда. По утверждению М.А. Шабановой, социальная адаптация представляет собой «процесс и результат взаимодействия индивида (группы) с кардинально изменяющейся социальной средой, в ходе которого постепенно согласуются требования и ожидания обеих сторон, так что индивид получает возможность выживания (и не только, но еще и про-

цветания), а макросреда — воспроизведения и вступления в иную, восходящую стадию» [3].

В качестве условий социальной среды, оказывающих влияние на межэтнические отношения, мы рассматриваем условия, возникающие в результате действия взаимозависимых факторов: политических, социально-структурных, исторических, культурных, социально-психологических и ситуативных. Данные факторы обладают преобладающим влиянием в следующих основных сферах общества (социальной среды), а именно: в социально-политической сфере, социально-культурной, социально-профессиональной и социально-бытовой. Необходимо отметить, что межэтническое взаимодействие осуществляется во всех сферах общественной жизни, но именно вышеобозначенные сферы являются наиболее значимыми для определения характера межэтнических отношений.

В ходе межэтнической адаптации, с целью обеспечения оптимального характера межэтнического взаимодействия в разных сферах общества, личность соотносит свои адаптивные способности со своими притязаниями, ожиданиями и занимает определенную ролевую позицию. Ролевая позиция определяется выбранным способом поведения, зависящим от статуса в обществе (студент, служащий, супруг, родитель и т.д.), позиции в системе межличностных отношений, стереотипа мышления. Адаптивная деятельность личности обусловлена мотивацией, соотносена с целью и установками на межэтническое взаимодействие в разных сферах социальной жизни.

Межэтнические установки на достижение цели (межэтнической адаптации) являются определяющими в структуре межэтнической адаптации. Они объединяют все структурные компоненты данной адаптации в целое и направляют адаптивную деятельность личности. Для процесса межэтнической адаптации немаловажное значение имеет эмоциональная окрашенность межэтнических установок личности (положительная или отрицательная), что во многом будет определять характер взаимодействия с другими этническими общностями в любой сфере жизнедеятельности, оказывать влияние как на личностное общение с людьми иной национальности, так и на восприятие социально-политических, культурно-исторических, этнокультурных событий, явлений действительности. В установке можно выделить: а) ее характер, т.е. отношение субъекта к объекту деятельности; б) степень сформированности и в) ее функцию в мотивации действия. В основе мотивации лежат потребности, непосредственно обуславливающие человеческую деятельность. В потребности выявляется зависимость личности от условий ее существования, и сама эта зависимость принуждает человека действовать, чтобы удовлетворить свои потребности.

Ценностные установки ориентируют, направляют и стимулируют деятельность человека в социальной действительности. Осознанное понимание содержания ценностных установок образует мотив деятельности, который ведет к превращению установок в активную деятельность. Мотив, являющийся ближайшим и определяющим характер деятельности человека, выступает в качестве цели. В свою очередь, цель деятельности формируется на основе интересов личности и выражает

осознанную решимость переделать и приспособить окружающий мир к своим потребностям [4].

В зависимости от направленности адаптивной деятельности личности, можно условно выделить три этапа межэтнической адаптации.

В ходе *ориентационного* этапа происходит ознакомление адаптантов с обновленными условиями многоуровневой социальной среды, изучение состояния и возможностей данной среды, в том числе и возможностей удовлетворения этнокультурных потребностей людей различной этнической принадлежности, изучение характера и специфики действия в обновленной среде социальных норм: политических, религиозных, культурных, этнических и др. Социальные нормы, выступая в качестве регуляторов отношений в обществе, указывают и предписывают определенную форму поведения в определенных условиях, тем самым позволяя вырабатывать эталоны и стандарты поведения и отношений как между отдельными людьми, так и между различными социальными группами, что является немаловажным для межэтнического взаимодействия.

В процессе *оценочного* этапа адаптации, на фоне усиливающегося взаимодействия с социальной средой, адаптантами определяется и конкретизируется их позиция по отношению к предлагаемым полиэтнокультурной средой обновленным условиям взаимодействия.

На этапе *совместимости*, который можно рассматривать как этап относительной завершенности процесса адаптации, происходит снятие напряженности адаптантов в отношениях с многоуровневой полиэтнокультурной социальной средой, восстанавливаются или приобретаются знания и умения, необходимые для эффективного межэтнического взаимодействия в обновленных условиях, преодолеваются неудобства межэтнического общения, устраняется психологическая перегрузка адаптантов – наступает состояние адаптированности.

Адаптированность субъектов к изменившимся условиям полиэтнической среды и в частности к изменениям в этносфере, будет характеризоваться отсутствием ярко выраженных затруднений в ходе взаимодействия с людьми различной этнической принадлежности, а следовательно, и отсутствием особых затруднений при включении в основную деятельность (учебную, профессиональную, культурную, политическую), происходящую в полиэтнической среде; наличием удовлетворенности своим положением в полиэтнической многоуровневой социальной среде; сознательным стремлением к поддержанию норм и традиций данной среды; готовностью обогатить формы и способы межэтнического взаимодействия, тем самым способствуя совершенствованию условий данного взаимодействия в разных сферах общества (социально-политической, социально-культурной, социально-профессиональной и др.).

Разработанная нами структура межэтнической адаптации, представляющая собой внутреннюю организацию содержания адаптивного процесса, представлена на рис. 1.

Осуществление процесса межэтнической адаптации невозможно без ее натренированного механизма –

совокупности средств, позволяющих личности, используя свой адаптивный потенциал, осуществлять взаимодействие с адаптируемой средой и достигать цели — адаптированности к условиям данной среды.

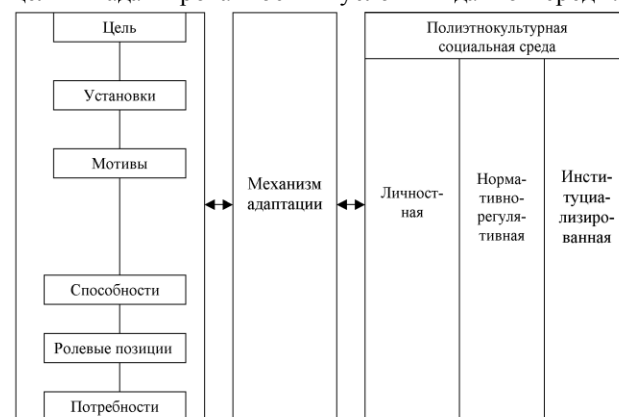


Рис. 1. Структура межэтнической адаптации

Мы выделяем три группы средств, обеспечивающих адаптивный механизм: институционализованные, нормативно-регулятивные и личностные.

К институционализованным средствам социально-политической сферы относятся: национальные движения, партии, общественно-политические организации. В качестве институционализованных средств, направляющих деятельность адаптантов в социально-культурной сфере, мы выделяем: систему учреждений образования, систему учреждений культуры, национально-культурные общества, религиозные организации. В социально-профессиональной сфере — полиэтнические профессионально-трудовые коллективы и общественные организации; в социально-бытовой — неформальные общественные организации, малые социальные группы, институты семейного воспитания.

Вторая группа средств в механизме межэтнической адаптации — нормативно-регулятивные. Нормы человеческих взаимоотношений представляют собой образцы лучших черт, качеств личности, нравственных эталонов, принятых в обществе. Данный образец, входя в мотивационную сферу личности, функционирует в качестве действующей потребности, определяя деятельность человека [5]. С помощью социально-нормированной адаптивной деятельности осуществляется социальный контроль за ходом межэтнического взаимодействия адаптантов, а также характером взаимодействия адаптантов и адаптируемой среды. Кроме того, личность использует социальные нормы как средство саморегуляции и определения направленности своей адаптивной деятельности.

В процессе межэтнического взаимодействия в вышеуказанных сферах общества, адаптантами используются различные социальные нормы: политические, правовые, культурные, этнические, моральные, нравственные, религиозные. В зависимости от сферы взаимодействия, те или иные нормы будут иметь преобладающее значение, например, в социально-политической сфере — политические нормы. Однако, говоря о межэтнической адаптации, необходимо отметить, что данный процесс осуществляется в ходе взаимодействия людей различных этнических общностей, имеющих определенный образ жизни, модель воспри-

ятия окружающего мира и отношения к нему. В связи с этим этнические нормы, выполняющие функции ориентации и регуляции отношений и взаимодействий между членами этнических общностей, будут являться более значимыми в группе нормативных средств механизма межэтнической адаптации.

К третьей группе средств механизма межэтнической адаптации, используемой во взаимодействии на межличностном уровне, мы относим личностные средства. Среди них выделяются: 1) когнитивно-аксиологические — знания, ценностные ориентации, познавательные алгоритмы; 2) эмоционально-мотивационные — моральные чувства, удовлетворенность, мотивы; 3) поведенческие — умения познавательной и совместной деятельности, действия, направленность деятельности. Данная группа личностных средств составляет полное единство и включает в себя весь объем имеющихся у личности знаний, выработанные способы эмоционального реагирования, преобладающие мотивы деятельности, стиль поведения. Вместе с тем, достижение результата межэтнической адаптации — адаптированности к новым этнореалиям среды, во многом будет определяться: 1) сформированностью знаний специфики межэтнического взаимодействия, характера и особенностей протекания адаптивных процессов; 2) мотивацией, лежащей в основе межэтнического взаимодействия, удовлетворенностью межэтническими контактами в разных сферах общества; 3) сформированностью умений, необходимых для эффективного межэтнического взаимодействия, стратегией и тактикой поведения в ходе межэтнических

контактов.

Все вышеизложенные группы средств, обеспечивающие механизм межэтнической адаптации, представлены на рис. 2.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод о том, что в основании межэтнической адаптации лежит непосредственное или опосредованное взаимодействие людей разной этнической принадлежности, этнических групп между собою и с многоуровневой полиэтнической средой. При этом данное межэтническое взаимодействие определяется рядом воздействующих на него факторов: политических, социально-психологических и ситуативных. Влияние данных факторов на процессы межэтнического взаимодействия особенно остро проявляется в условиях переходного периода развития общества, когда происходят глобальные изменения во всех сферах общественной жизни, и особенно в этносфере.

Таким образом, межэтническая адаптация становится важнейшим условием для нахождения оптимальных форм взаимодействия этносов между собою и с многоуровневой полиэтнокультурной средой. Через межэтнические контакты происходит взаимодействие отдельных людей или этнических групп с инновационной социальной средой, в ходе которого осуществляется не только привыкание к измененной полиэтнокультурной среде, но и корректировка нововведений, предлагаемых средой, в том числе, и новаций в этносфере, с целью достижения наиболее оптимальных условий жизнедеятельности и удовлетворения этнокультурных и любых других потребностей.

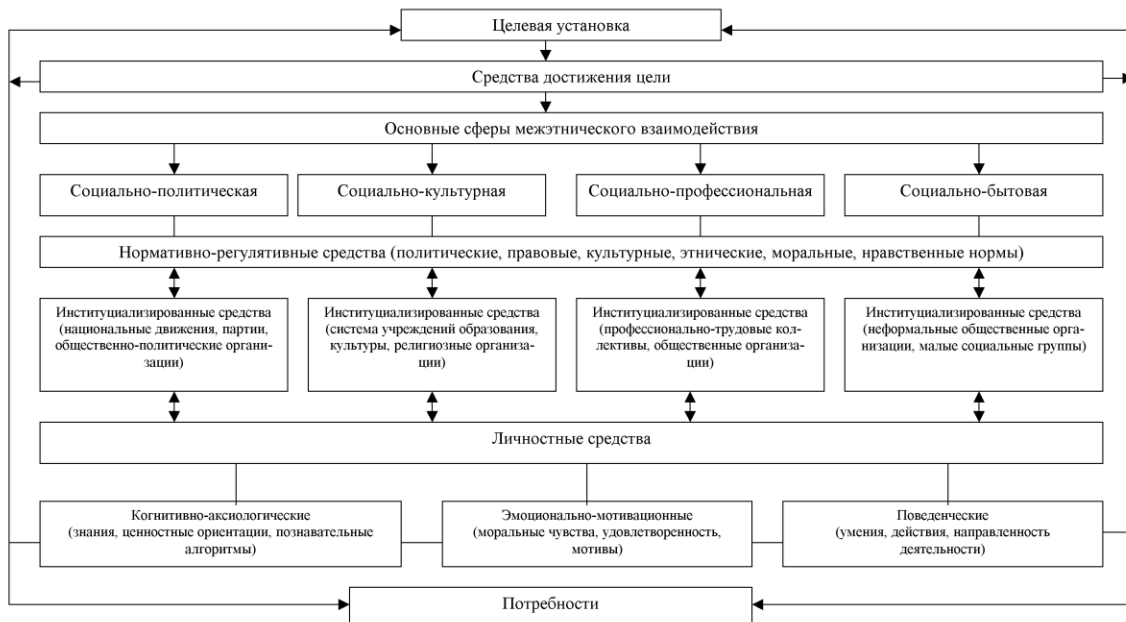


Рис. 2. Механизм межэтнической адаптации

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Леонтьев А.Н. Деятельность. Сознание. Личность. М.: Политиздат, 1975. 304 с.
2. Тимошинов В.И. Культурология: Казахстан-Евразия-Восток-Запад. Алматы: Ниса, 1997. 336 с.
3. Шабанова М.А. Социальная адаптация в контексте свободы // Социологические исследования. 1995. № 9. С. 81–88.
4. Психологические основы формирования личности в педагогическом процессе / Под ред. А.Коссаковски и др.; Пер. с нем. М.: Педагогика, 1981. 224 с.
5. Пидкасистый П.И. Педагогика. М.: Российское педагогическое агентство, 1996. 602 с.

Раздел 2

Геотехнологии

УДК 65.016.7: 622.012 (574)

С.С. КВОН
Э.Г. ПООТ
А.А. КАЗНАЧЕВА

Основные направления реструктуризации угольной отрасли Казахстана

Общий кризис экономики Республики Казахстан особенно тяжело отразился на угольной промышленности. Важным аспектом кризиса является хронический недостаток источников и объемов инвестиций. При резком сокращении финансирования угледобывающей отрасли, специфическая особенность которой заключается в необходимости постоянного ввода новых мощностей для поддержания добычи на уровне рыночного спроса, казахстанские угледобывающие предприятия при отсутствии удовлетворительных капитальных вложений снизили объемы добычи в 3–4 раза против достигнутого.

Инфляционные процессы в экономике республики, ввод свободных цен на уголь и снижение объемов государственных дотаций в начале 90-х годов ухудшили и усложнили экономический, производственный и социальный аспекты состояния угольной промышленности. Для решения проблемы необходима глубокая реструктуризация угольной отрасли с радикальной перестройкой всех ее структур, с адаптацией их к рыночным условиям, основу которых составляют конкуренция и рыночные отношения. При имеющемся соотношении энергетических ресурсов топливно-энергетический баланс Казахстана должен быть ориентирован на уголь в качестве главного энергоресурса на дальнюю перспективу.

Наиболее важными направлениями реструктуризации угольной промышленности с учетом особенностей экономики Казахстана являются:

- удовлетворение потребительского спроса на угольную продукцию в условиях свободных цен и конкуренции между производителями на внутреннем рынке первичных энергоресурсов. При практической реализации этого принципа объемы годовой добычи угля должны определяться уровнем рыночного спроса и тенденциями его изменения на рассматриваемую перспективу, а производственные возможности отрасли — адаптироваться к рыночному спросу;
- создание и сохранение резерва высокоэффективных мощностей по добыче угля с целью обеспечения возможных изменений рыночного спроса и энергетической безопасности основных регионов и страны в целом;
- повышение конкурентоспособности угля путем снижения производственных затрат и повышение качества продукции. При этом снижение производственных затрат должно достигаться в первую очередь путем вовлечения в разработку наиболее благоприятных запасов и применения новых технологий, а также сокращения численности занятых в результате закрытия неэффективных производств;
- создание условий для развития конкуренции на

рынке угля и его продукции;

- наличие социальных программ предприятий;
- приватизация государственных предприятий, направленных на создание независимых форм собственности;
- формирование системы информационного обеспечения на рынке угля и смежных его областях;
- поиск отечественных и зарубежных инвесторов на длительную перспективу;
- создание систем социальной защиты освобождаемых рабочих.

Одним из важнейших результатов начатой структурной перестройки угольной промышленности как составляющей реформы казахстанской экономики в целом явилось создание необходимых предпосылок формирования рынка угля. Сегодня можно констатировать существование достаточно развитых рыночных отношений в деятельности угольных компаний, что свидетельствует о достижении одной из основных целей первого этапа реструктуризации отрасли. В то же время, основными поставщиками энергетических углей в Республике Казахстан на сегодняшний день являются 5–6 месторождений, которые и определяют в настоящее время формирование рынка данного вида энергоресурсов.

Перестройка и переход к рыночным отношениям вызвали значительные изменения в экономике Казахстана и сопровождаются явлениями, малоизвестными в практике народного хозяйства. Новыми и малоизученными для нашей республики являются вопросы формирования конкурентного угольного рынка и конкурентоспособности угледобывающих предприятий и их продукции. Внутренний рынок угля Казахстана представляет собой рынок несовершенной монополистической конкуренции, состоящей из множества продавцов и покупателей, осуществляющих свои сделки в широчайшем диапазоне цен.

Такой разброс цен объясняется субъективными причинами, вызванными законами неуправляемого стихийного рынка. Скуденность угледобывающих предприятий, обеспечивающих топливно-энергетическими ресурсами всю республику, на территории Центрального Казахстана исключает конкуренцию, обусловленную территориальной или административной принадлежностью или приближением к тому или иному бассейну при равных качественных свойствах углей конкурирующих субъектов.

Угледобывающие предприятия Карагандинской и Павлодарской областей (ПО «Карагандауголь», ПО «Экибастууголь») изначально создавались как дотационные гиганты. В результате рыночных преобразований в экономике Казахстана и первых шагов реорганизации в структуре угольной отрасли угледобывающие предприятия лишились своих преимуществ и оказались на грани или даже за гранью полной утраты конкурентоспособности. Такая неконкурентоспособность является индуцированной, то есть вызванной внешними условиями, так как в большинстве случаев вины самих предприятий в ее возникновении не было: они выступили жертвами общих процессов трансформации народного хозяйства республики.

Одной из причин возникшей неконкурентоспособности угледобывающих предприятий явился

всплеск монополистических тенденций предприятий-поставщиков основных ресурсов и оборудования для горно-добывающего производства в начале реформы, когда предприятия-поставщики начали обретать хозяйственную самостоятельность. Тогда, в условиях еще существовавшего товарного голода, почти все предприятия решали свои проблемы на монополистический лад: снижали производство, одновременно повышая цены. Кроме того, следует учесть, что большинство крупнейших поставщиков горного оборудования оказались за рубежом — в России, Белоруссии, на Украине. Аналогичную стратегию грубого давления выбрали и продолжают абсолютно незаменимые естественные монополисты, без тесного сотрудничества с которыми угледобыча невозможна — железнодорожный транспорт и электроэнергетика.

Другая основная причина возникшей неконкурентоспособности угледобывающих предприятий кроется в глубоком макроэкономическом кризисе. В связи со снижением спроса на энергетические угли производственные мощности основной массы угледобывающих предприятий оказались недогруженными. В соответствии с теорией конкуренции угледобывающие предприятия, относящиеся к фирмам-гигантам, особенно плохо переносят снижение загрузки мощностей из-за очень значительных фиксированных издержек. Отсюда следует вывод объективной необходимости такого перераспределения нагрузок на шахты и разрезы, которое позволило бы, при полном удовлетворении потребностей рынка потребителей, оптимально загрузить производственные мощности экономически наиболее сильных и перспективных предприятий. В результате часть шахт и разрезов получают нулевые нагрузки, что послужит объективной предпосылкой для анализа и принятия решений о закрытии таких предприятий. Для безусловной реализации угольной продукции она должна быть конкурентоспособной, то есть соответствовать определенным требованиям и выгодно отличаться от аналогичной продукции других поставщиков. Падение спроса в силу упомянутых ранее причин на угольных предприятиях региона и закрытие целого ряда шахт привело к высвобождению огромного количества людей, что влечет за собой серьезные социальные последствия.

Необходимо в ближайшее время разработать программу социальной защиты увольняемых горняков, в которой должны быть проработаны вопросы переподготовки и трудоустройства шахтеров, а также рассмотрены вопросы выплат при увольнении. В связи с вышеизложенным, актуальность повышения конкурентоспособности угледобывающих предприятий чрезвычайно высока. Под конкурентоспособностью понимается реальная и потенциальная возможность производства и прибыльной реализации угольной продукции. За период реструктуризации угольной промышленности наметилось несколько направлений зародившейся конкуренции: между разными видами первичных энергоносителей, между отечественной и зарубежной угольной продукцией, между отдельными угледобывающими предприятиями за выживание и рынок сбыта в условиях нарастающего процесса закрытия шахт и разрезов, между углями разных поставщиков на отдельном рынке сбыта. Длительное

время существует конкуренция между открытыми и подземными способами разработки месторождений. В период отсутствия государственных дотаций, падения спроса на уголь открытый способ разработки угольных месторождений значительно более конкурентоспособен, чем подземный, по издержкам производства, производительности труда, объемам добычи и необходимым инвестициям.

Превышение предложения над спросом на внутреннем казахстанском рынке чрезвычайно обострило конкуренцию между предприятиями, чем в определенной степени и объясняется предложение своей продукции по ценам, не оправдывающим затраты на ее добычу. Кроме того, в условиях экономического кризиса одним из главных условий выбора поставщика является не качественная характеристика угля, оптимально удовлетворяющая потребителя, а минимальная цена за поставляемое топливо.

Республика Казахстан располагает реальной возможностью для удовлетворения потребности в энергетическом угле как на внутреннем, так и на внешнем рынке, так как разведанные угольные георесурсы и потенциал созданных мощностей угольных предприятий страны огромны. Подавляющая часть запасов углей заключена в месторождениях Центрального Казахстана, из которых промышленностью освоены: Карагандинский, Экибастузский и Майкубенский угольные бассейны, Шубаркольское, Берлинское, Куу-Чекинское и Юбилейное (Каражира) угольные месторождения. В центральной части республики находится крупный Тургайский буроголовый бассейн, имеющий ряд крупных месторождений, пригодных для открытой отработки и перспективных для освоения.

Что касается реструктуризации отрасли, то Правительство Республики Казахстан предприняло ряд мер по реструктуризации шахтного фонда с целью сохранения минимально необходимого его потенциала для обеспечения прежде всего внутренней потребности в угольной продукции. Было принято решение о закрытии в 1995–1997 гг. пяти наиболее дотационных шахт. 15 шахт проданы иностранной фирме «Испат Интернешнл» и на их базе организован угольный департамент АО «Испат-Кармет», шахты «Долинская», «Шерубай-Нурина» и им. 50-летия Октябрьской революции проданы частным лицам, а на базе шахт «Кировская», им. Горбачева и им. Байжанова организовано АО «Карагандакомир». Передача шахт бассейна к различным собственникам не привела пока к существенным изменениям и улучшению основных технико-экономических показателей, которые в настоящее время соответствуют уровню начала 50-х годов. Это значит, что угольные шахты Карагандинского бассейна по своим основным показателям отбросились назад на 45 лет.

Краткий анализ общего состояния шахтного фонда показывает, что все шахты бассейна находятся в кризисном состоянии. Отсутствие инвестиций привело к тому, что работы по вскрытию и подготовке новых глубоких горизонтов практически прекращены, а около 70% всех шахт работают по временной уклонной схеме. Динамика основных технико-экономических показателей работы шахт АО «Испат-Кармет» за период 1990–1997 гг. характеризуется резко негатив-

ными тенденциями:

- снижением общей добычи угля с 23,9 до 12,9 млн. т или в 1,9 раза, наиболее значительное снижение добычи углей марок КЖ и ОС — в 2 раза;

- зольность добываемых углей повысилась с 30,6 до 32,2%;

- среднедействующее количество очистных забоев снизилось с 65,5 в 1990 году до 36,6 в 1997 году, при этом среднесуточная нагрузка на один забой увеличилась с 976 до 1019 т, то есть выросла на 5%;

- проведение подготовительных горных выработок на шахтах сократилось в 3,2 раза со 172 км в 1990 году до 53,9 км в 1997 году;

- снижение численности рабочих по добыче за рассматриваемый период было неадекватно снижению добычи угля и составило только 22%; месячная производительность их труда снизилась с 74,3 до 45,6 т/мес., то есть в 1,5 раза.

Основными причинами снижения технико-экономических показателей шахт явились: отсутствие средств по структурной перестройке шахтного фонда; неплатежеспособность потребителей; ориентация на платежеспособный спрос при сокращении добычи коксующихся и энергетических углей; устаревшее оборудование, практически полное прекращение капитальных работ по воспроизводству выбывающих запасов и мощностей.

По состоянию на начало 1997 года производственные мощности шахт АО «Испат-Кармет» составляли 22,76 млн. т в год, фактическое освоение в 1997 году только 57,1%. Подготовленные к выемке запасы на шахтах составляли на начало 1997 года около 23,0 млн. т, что обеспечивает их суммарную производственную мощность. Сдерживающими факторами для ее освоения являются изношенность оборудования и отсутствие механизированных комплексов нового технического уровня.

При удовлетворении потребности в инвестициях оставшиеся шахты Караганды могут удовлетворить потребность в коксующихся углях и энергетическом сортовом топливе. Маркетинговый анализ показывает, что металлургические заводы Украины могут потреблять карагандинские коксующиеся угли в объеме до 10 млн. т в год по цене, сравнимой с ценой угля из Силезии в Польше. Карагандинский уголь предпочитают и несколько крупных уральских металлургических заводов, так как коксующиеся концентраты из Кузбасса имеют более высокое содержание серы. Кроме того, на конкурентоспособность карагандинского угля влияет дальность транспортировки (расстояние до Караганды в 2 раза ближе, чем до Кузбасса). Таким образом, карагандинский уголь при условии снижения себестоимости и соответствующих ценах будет иметь спрос на внешнем рынке при условии общей стабилизации в экономике стран-потребителей коксующегося угля.

Углерезрезы Карагандинской области в период коммерциализации угольных предприятий претерпели значительные структурные изменения. Практически все предприятия в процессе акционирования и продажи на конкурентной основе переданы иностранным инвесторам. Дальнейшее развитие добычи угля на разрезах, перешедших в собственность иностранных

компаний, определяется прежде всего спросом на энергетические угли действующих и планируемых к строительству новых мощностей в Казахстане и России, конкуренцией углей на рынках сбыта, а также инвестиционными возможностями новых владельцев разрезов и электростанций.

В настоящее время спрос на уголь определяется стоимостью товарной продукции. Оценка конкурентоспособности углеразрезов области свидетельствует о необходимости углубления процесса реструктуризации с целью увеличения экономического потенциала и объемов производства. Углеразрез АООТ «Борлы» большую часть добываемого угля поставляет на ТЭС и ГРЭС Балхаша и Жезказгана по ценам, не отражающим их реальную стоимость, однако проблемы сбыта вынуждают на невыгодную сделку. На разрезе «Молодежный» АООТ «Борлы» за период с 1988 по 1997 год добыча угля снизилась вдвое, с 5,0 млн. т до 2,4 млн. т. Разрез «Куу-Чекинский», освоивший проектную мощность 3,0 млн. т угля, по состоянию на 01.01.97 г. снизил добычу угля до 1,1 млн. т. Несмотря на различие в горнотехнических условиях разработки, оба разреза находятся в сходных производственно-экономических условиях, обусловленных двумя группами факторов: производственно-технические проблемы, проблемы сбыта продукции.

Анализ обеих групп факторов показал, что производственно-технические проблемы обусловлены прежде всего: отсутствием инвестиций для поддержания и модернизации производства, дезорганизацией функционирования инфраструктуры. Угли не обога-

щаются, используются для производства электроэнергии и бытовых нужд населения. Для создания прибыльного угольного производства и повышения эффективности и конкурентоспособности предприятий следует предусмотреть: снижение издержек по всем технологическим звеньям производства, ускорение технического перевооружения предприятий, улучшение потребительских свойств угля и формирование конкурентной среды на рынке угля.

Увеличение добычи угля в настоящее время зависит от спроса на данную продукцию, так как неполное использование производственных мощностей углеразрез Карагандинской области объясняется упавшим спросом на его продукцию.

Таким образом, с учетом опыта реструктуризации в странах мирового сообщества, включая страны бывшего социалистического лагеря, продолжая уже начатый в Казахстане процесс реструктуризации, в производственной сфере следует провести следующие мероприятия: ликвидация неперспективных и убыточных предприятий, углубление процесса преобразования форм собственности, создание угольного производства на основе перспективных предприятий, концентрация и повышение технического уровня производства, улучшение его технико-экономических показателей, разработка месторождений с наиболее благоприятными горногеологическими условиями и увеличение доли добычи угля открытым способом, формирование конкурентоспособных угольных предприятий, обеспечивающих самофинансирование в длительной перспективе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алимбаев А.А. Эффективность использования топливно-энергетических ресурсов Казахстана. Алма-Ата: Наука, 1986. 158 с.
2. Ахметжанов Б. Реструктуризация промышленности Казахстана в условиях перехода к рынку: методология и проблемы. Алматы: Гылым, 1998. 253 с.
3. Клякин В.В. Перспективы развития угольной промышленности Республики Казахстан, инвестиции и их роль в дальнейшей модернизации угольных предприятий // Уголь. 1998. № 2. С. 13–15.
4. Перзадаев М.А., Квон С.С., Роот Э.Г. Угольные ресурсы Казахстана и основные направления их разработки и использования. Караганда, 1997.
5. Хасенова Р.Г. Анализ динамики потребления угольной продукции и проблемы формирования рынка угля в Республике Казахстан // Регион: социально-экономические аспекты реформирования. Алматы: Гылым, 1997. С. 176–180.
6. Энергетическая программа Республики Казахстан на перспективу до 2010 года. НИИЭРО, 1990.

УДК 622.831
Г.И. САМАРЦЕВ

Прогнозирование участков потери устойчивости обнаженного породного контура

Проведение подземных выработок вызывает изменения напряженного состояния, деформационных и прочностных свойств горного массива на участках, прилегающих к контуру выработки. Для прогнозирования смещений породного контура и обрушений структурных блоков в выработку с потерей ее рабочего состояния производят предварительную оценку «устойчивости» горного массива. Эта оценка основывается на математических моделях и эмпирических методах, учитывающих реальные условия и свойства горного массива и позволяющих определить степень устойчивости приконтурного массива в пределах зон

неупругих деформаций, к которым относят пластические и вязкопластические деформации и хрупкое разрушение.

В одной из теорий прочности при оценке устойчивости приконтурного массива используется сопоставление прочностных свойств горных пород, в которых пройдена выработка, и величин действующих напряжений. Концентрация напряжений в приконтурном массиве приводит к пластичным деформациям с последующими хрупкими разрушениями при превышении предела прочности пород (σ_H) величины напряжений (σ).

В качестве одной из форм потери устойчивости обнаженного незакрепленного породного контура, с которой собственно и начинается процесс видимого разрушения последнего, выделяют вывал участка горного массива из кровли и боков выработки. Наличие нескольких чередующихся в течение определенного временного отрезка вывалов образует процесс вывалообразования, который в свою очередь является неотъемлемой составной частью формирования над выработанным пространством свода естественного равновесия. По интенсивности, форме и размерам вывалов можно судить о характере смещений и деформаций породного контура, а при наличии крепи — о причинах давления на нее.

Под вывалом понимается разрушение породного контура в виде отделения участков массива с последующим обрушением вследствие превышения сопротивлению отрыва под действием собственного веса структурного блока. На потери устойчивости приконтурного массива в виде вывалов из кровли и боков основан один из эмпирических методов оценки устойчивости горной выработки, не имеющий строго математического решения.

Интенсивность развития процесса вывалообразования в значительной степени зависит от действующих напряжений строения, степени трещиноватости и пластических свойств массива горных пород, в котором проведена выработка. Вероятность вывалообразования увеличивается в сильнотрещиноватых породах в зависимости от ориентировки поверхностей структурных неоднородностей и естественных трещин, образующих структурные блоки. При этом наиболее вероятно образование вывала при действии на структурный блок растягивающих напряжений $\sigma_3 < 0$, $\sigma_2 < 0$ и $\sigma_1 = 0$, где $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ — главные напряжения, а σ_1 — вертикальная компонента поля напряжений.

Другой случай вывала возможен в результате действия на структурный блок сжимающих напряжений $\sigma_3 < 0$, $\sigma_2 < 0$, $\sigma_1 = 0$, когда происходит выдавливание структурного блока. Этот процесс в сочетании с влиянием собственного веса блока приводит к образованию вывала. Более вероятно вывалообразование при действии на структурный блок по направлению одной из компонент поля напряжения растягивающих напряжений. А по другой компоненте напряжений — сжимающих напряжений при сочетании $\sigma_3 < 0$ и $\sigma_2 > 0$ или $\sigma_3 > 0$ и $\sigma_2 < 0$, так как в этом случае выдавливание структурного блока в сочетании с действием его собственного веса более вероятно. При этом если $\sigma_1 > 0$, то вероятность вывалообразования велика. В этом случае для преодоления сил трения по боковым граням структурного блока потребуется меньше усилий, чем при действии сжимающих напряжений $\sigma_3 > 0$ и $\sigma_2 > 0$. В слабых породах с глинистыми включениями, обладающими повышенной пластичностью, процесс вывалообразования одинаково возможен при $\sigma_3 > 0$, $\sigma_2 > 0$ или $\sigma_3 < 0$, $\sigma_2 < 0$.

Реализация соотношения $\sigma_H < \sigma$ по всему породному контуру возможна как частный случай, так как только в отдельных его точках возникает концентрация напряжений, обусловленная формой выработки. В выработках, пройденных в породах устойчивых и

средней устойчивости, образование единичного вывала не приводит к развитию процесса вывалообразования на всем их протяжении. Тогда как в выработках, пройденных в неустойчивых породах, если не принять своевременных и соответствующих мер по поддержанию породного контура может быть потеряно рабочее состояние на значительном протяжении из-за регулярных вывалов. При этом количество и размеры вывалов находятся в прямой зависимости как от прочностных, структурных свойств горного массива и величины горного давления, так и от обводненности выработки и сопротивления, применяемых видов крепи.

В целом, как показывает практика одиночные вывалы участков массива, являясь наиболее распространенной из видимых форм реализаций геомеханических процессов, при принятии своевременных технологических мер не оказывают существенного влияния на экономическую эффективность и эксплуатационные свойства горной выработки. В этой связи представляют интерес взаимосвязи реализации механических процессов в виде вывалов с видом и типом применяемой крепи, конструкция которых должна гарантированно обеспечивать сохранение эксплуатационных свойств выработки и выбирается с учетом результатов изучения закономерности процессов формирования ожидаемой нагрузки от вывала на крепь. При определении ожидаемой нагрузки на крепь от веса вывала породы, зависящей от площади последнего и объемного веса породы, место вывала определяется величиной угла β^* (рисунок), отсчитываемой от горизонтальной линии и изменяющегося от 0° до $\pm 90^\circ$.

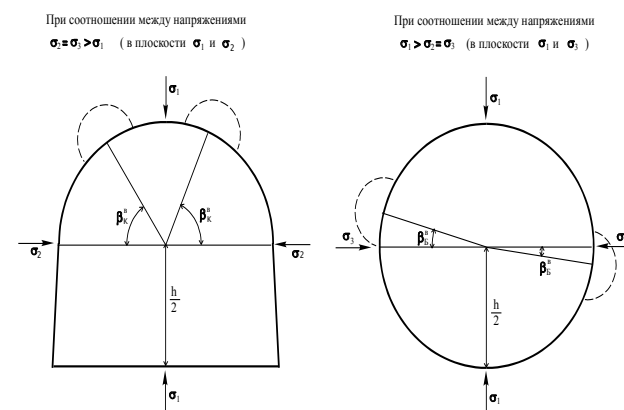


Схема определения возможных локальных вывалов породных блоков из незакрепленного контура горной выработки

При определении механизма процесса деформации и обрушений приконтурного массива породных обнажений в незакрепленной горной выработке исходят из основных методов механики сплошных сред.

Единой теории или метода, позволяющего получить модель, учитывающего основные факторы, и установить характер процесса деформаций обрушений, до настоящего времени нет. Это объясняется большим разнообразием механических свойств горных пород в ненарушенном горном массиве, но в большей степени в массиве, испытывающем влияние горных работ, напряженно-деформированное состоя-

ние которых существенно уменьшилось от исходного. При разработке математического аппарата методов расчета очень трудно учитывать изменения напряженно-деформированного состояния горного массива. Кроме этого, при ведении горных работ для массива пород характерна анизотропность свойств, дискретность и временная нелинейность происходящих деформационных процессов. Поэтому в качестве предмета изучения выбирают приближенную к фактическому массиву горных пород модель, а используемые расчетные схемы получают с учетом реальных условий и особенностей геологических процессов для конкретных геологических и технологических условий разработки определенного месторождения полезных ископаемых. Очевидно, что в этом случае значительная часть свойств и особенностей массива горных пород представляется в приближенном и обобщенном виде и их влияние учитывается через эмпирические коэффициенты.

При проведении выработки в квазиизотропном массиве (с горизонтальным напластованием пород) с соотношением между исходными главными напряжениями вида $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$ участок ожидаемого вывала из породного контура определяется величиной угла β^a , вычисляемого по формуле [1]

$$\beta^a = 45^\circ - 0,5 \arcsin \left(\sin \rho' + \frac{\hat{E}'}{\gamma \hat{I}} \cos \rho' \right), \quad (1)$$

где K' и ρ' — значение сцепления и угла внутреннего трения контакта слоев горных пород.

Формула (1) получена при хрупком характере процесса разрушения в виде образования и развития трещины на контактах описываемого условием следующего вида:

$$\tau_{xy} \geq \sigma_y \tan \rho' + c',$$

где τ_{xy} — действующее касательное напряжение в

$$\text{плоскости } xy, \tau_{xy} = \gamma H \frac{\sin 2\beta}{a^2};$$

β — полярный угол, градус;

α — полупролет (радиус) выработки, м;

σ_y — одно из главных напряжений, Па,

$$\sigma_y = \gamma H \left(1 + \frac{\cos 2\beta}{a^2} \right).$$

В естественном природном состоянии при неравнокомпонентном поле напряжения возможны различные сочетания соотношений между $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$.

Как показывает практика, при $\sigma_1 > \sigma_2 = \sigma_3$ наиболее вероятны вывалы из боков обнаженного породного контура выработки, центры которых определяются углами β_A^a (см. рис.) по формуле

$$\beta_A^a = 45^\circ - \left[\rho' + \arctg \left(K_I \sin \rho' + \frac{K'}{\lambda \gamma H} \cos \rho' \right) \right], \quad (2)$$

где K_I — коэффициент прочности, $K_I = \frac{\sigma'_{не}}{\sigma'_D}$;

$\sigma'_{не}$ и σ'_D — соответственно пределы прочности на одноосное сжатие и растяжение контакта, Па.

При соотношении главных напряжений следующего вида:

$$\sigma_2 = \sigma_3 > \sigma_1,$$

т.е. превышении горизонтально действующих главных напряжений вертикального деформирования породного контура горной выработки происходит, как правило, в первую очередь в кровле и почве. Поэтому центр вывала из кровли определяется по величине угла β_A^a , вычисляемого по формуле

$$\beta_E^a = 45^\circ + \rho' + \arctg \left(K_I \sin \rho' + \frac{K'}{\gamma H} \cos \rho' \right). \quad (3)$$

Получаемые по формулам (2) и (3) значения углов позволяют заранее определять участки контура незакрепленной горной выработки, в которых возможны критические деформации горного массива с обрушением пород. Это в свою очередь позволит заранее предусмотреть соответствующий вид крепи, использование которого обеспечит эксплуатацию горной выработки в течение длительного, а может быть, и всего предусмотренного технологией срока без дополнительных затрат на ремонт и поддержание.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баклашов И.В., Картозия Б.А. Механика подземных сооружений и конструкции крепей. М.: Недра, 1992. 543 с.

УДК 622.1

Ф.К. НИЗАМЕТДИНОВ
Т. КОНЫСБАЕВ
А.А. МАЛАХОВ

Способ съемки горных выработок с использованием лазерной рулетки

В практике маркшейдерской службы при съемках положений горных выработок на шахтах и карьерах часто приходится производить различного рода линейные измерения. Линейные измерения осуществляются рулетками различной длины полотна и материала, нитяными дальномерами, реже светодальномерами или косвенными способами. Особенно трудно производить измерения расстояний в шахтных условиях при съемке больших размеров камер, очистных

забоев, глубин скважин. При этом дополнительно приходится использовать рабочего маркшейдерской службы.

Зарубежной фирмой *Leica* начат массовый выпуск лазерных рулеток типа *DISTO*. Измерение расстояния происходит с помощью сигнала, который отражается от объекта и возвращается к рулетке (приемнику) по лазерному лучу. Диапазон измерения расстояния колеблется от 0,3 до 100 м. Точность измерения расстояния

аний составляет $\pm 3-5$ мм. Время измерения одного интервала — 4 сек. Габариты рулетки: длина — 172 мм, ширина — 66 мм, высота — 42 мм.

С целью повышения безопасности, эффективности и качества съемочных работ (съемок) очистных забоев при разработке месторождений полезных ископаемых подземным и открытым способами предлагается вместе с угломерными приборами (угломерами и теодолитами) использовать лазерную рулетку. Для этого нами разработана специальная конструкция крепления лазерной рулетки к зрительной трубе углоизмерительного прибора.

Это позволяет при определении параметров горных выработок выполнять теодолитно-полигонометрические ходы и тахеометрическую съемку с радиусом видимости до 100 м, а также снимать недоступные или малодоступные участки горных выработок. При этом размеры отдельных геометрических параметров горных выработок очистных забоев определяются непосредственным (сразу) или косвенным способом.

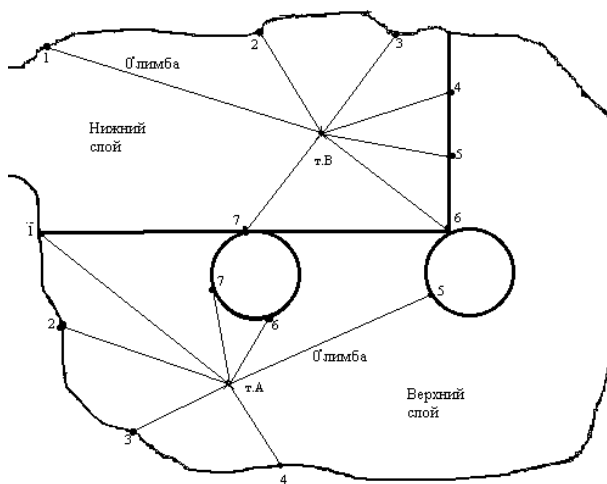


Рис. 1. Съемка очистного забоя

Для примера приведем съемку некоторых положений горных выработок. На рис. 1 изображена съемка положения очистного забоя при панельно-столбовой системе разработки Жезказганского месторождения, где ведется послойная выемка рудного тела. Так, в плане положение забоя определяется полярным способом путем измерения углов — теодолитом, а расстояния — лазерной рулеткой.

При этом высота очистного забоя (рис. 2) может определяться двумя путями. Первый — непосредственным измерением расстояния на точке стояния теодолита ($H = i + d$), второй, косвенным — определением расстояний от точки стояния теодолита до верхней, средней и нижней точек забоя с использованием одной из функций лазерной рулетки — сразу давать на табло значение высоты забоя (H). Следует отметить, что при этом виде съемки нет необходимости иметь рабочего маркшейдерской службы, который при обычной съемке ходит вдоль забоя, подвергая себя опасности.

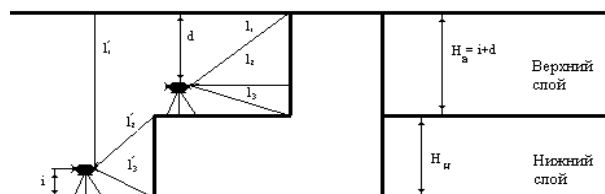


Рис. 2. Определение высоты забоя

На рис.3 показан случай съемки поперечного сечения горной выработки с помощью теодолита и лазерной рулетки.

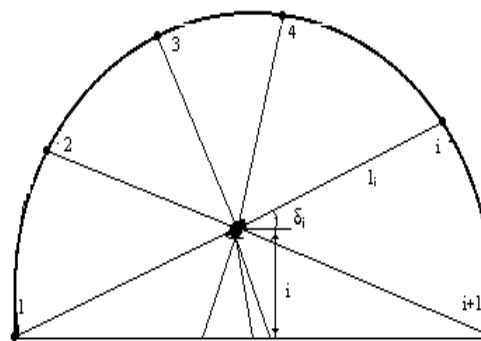


Рис. 3

Применение лазерной рулетки в комплекте с углоизмерительными приборами может быть еще шире: при съемке околоствольных дворов больших размеров, задании направления, определении длины продвижения забоев горных выработок, замере глубины скважины, съемке профиля откоса уступов и поверхностей ослабления на карьерах.

УДК 65.016.7:622.012 (100.2)

С.С. КВОН
Э.Г. РООТ
А.А. КАЗНАЧЕВА

Анализ мирового опыта реструктуризации угольной промышленности

Характерной чертой угледобывающих стран мирового сообщества в настоящее время является реструктуризация угольных отраслей, причинами которых являются:

- падение спроса на уголь и изменение ситуации на мировых рынках энергоресурсов;
- необходимость перехода к высокопроизводительным технологиям труда с более высоким уровнем

автоматизации и механизации работ, большей экологической чистотой добычи угля;

- переход ряда стран от плановой к рыночной экономике и соответственно необходимость осуществления мероприятий по повышению эффективности работы угледобывающих предприятий и конкурентоспособности угля как одного из ряда взаимозаменяемых энергоносителей в новых условиях хозяй-

ствования.

Цели реструктуризации в разных странах различны. Для ведущих угледобывающих стран мира это — наращивание объемов добычи (КНР, Индия, США, Австралия, ЮАР). Эти страны имеют большие запасы угля с благоприятными условиями разработки. Для стран с развитой рыночной экономикой это — освобождение рыночной отрасли от убыточных предприятий, а также от предприятий, работающих в неблагоприятных или опасных условиях, что вызывает повышенный травматизм и отрицательные социальные последствия.

За годы реструктуризации (15–20 лет) в угольной промышленности США произошли значительные структурные изменения. Более 3000 мелких предприятий были закрыты или объединены. Доля открытой разработки возросла с 44 до 59% к общему объему добычи угля. В 1992 году на долю 39 крупных компаний приходилось 74,9 общей добычи угля в стране, в том числе 15 ведущих компаний обеспечили объем добычи 440,7 млн. т (48,7%) против 38,6% в 1981 году. В настоящее время в стране действует около 3700 угольных предприятий, принадлежащих большому числу частных компаний. Объем добычи увеличился с 370 млн. т в 1960 году до 1 млрд. т в настоящее время. Уровень занятости в отрасли сократился при этом с 230 тыс. до 110 тыс. человек. Средние затраты производства уменьшились примерно до 20 долл. за 1 т. Низкий уровень затрат на добычу угля позволяет США экспортировать до 13 % от ежегодного объема добычи. В структуре спроса на основные энергоносители на внутреннем рынке энергетических ресурсов уголь занимает 23%.

Австралия добывает 207 млн. т в год на 120 угольных предприятиях (70 шахт и 50 разрезов). Наиболее крупные месторождения угля сосредоточены в шахтах Новый Южный Уэльс (94,4 млн. т в год) и Куинсленд (101,2 млн. т в год). Система собственности угольных компаний отличается многообразием и включает: частную собственность, акционерную собственность, государственную собственность. Иностранные инвесторы владеют полностью или частично 40% угольных компаний, на долю которых приходится около 75% добычи каменного угля. На долю компаний, контролируемых государственным органом управления, в ведении которого находятся электростанции, приходится вся добыча бурого и 16% добычи каменного угля.

Австралия среди ряда других развитых стран стоит на первом месте по использованию угля для производства первичной энергии: здесь на основе угля производится более 2/3 всей первичной энергии. Она является наиболее крупным мировым экспортером угля (около 150 млн. т в год). Развитие австралийской угольной промышленности имеет свою специфику. Она заключается в постоянном обновлении и расширении железнодорожного транспорта, угольных терминалов и грузовых портов в соответствии с нарастающим объемом экспорта австралийских углей, которые являются конкурентоспособными во многих топливодефицитных регионах мира.

В Китайской Народной Республике добыча угля ежегодно составляет более 1 млрд. т. Угольная про-

мышленность Китая активно развивается и реконструируется. Общее число действующих угольных предприятий превышает несколько десятков тысяч, а темпы роста добычи углей на протяжении последних 10 лет остаются стабильными, составляя в среднем 4,46% в год. Уголь занимает в структуре потребления топлива в Китае ведущее место — 75%. За ним идут нефть — 18%, гидроэлектроэнергия — 5%, газ и др. — 2%.

Концепция построения социалистической рыночной экономики основана на «Стратегии трех этапов», в которой предусматривается удвоение производства валового национального продукта за период 1990–2000 гг. и повторное его удвоение до 2050 года. Первоочередное внимание в связи с этим уделяется развитию угольной промышленности страны, ее формированию и скорейшей адаптации к новой национальной рыночной экономике.

Промышленные запасы угля оцениваются примерно в 240 млрд. т, из них 100 млрд. т на месторождении Датун (север КНР). Каменные угли, обычно высокого качества, также известны на месторождениях Фусинь, Хэган, Тяньсинь и Фушунь, где мощность пласта достигает 100 м. В 80-е годы было открыто несколько месторождений — Шеньму с коксующимися углями и Юньань с энергетическими углями, слагающими пласты мощностью 10–20 м, а также Джаотун, где мощность угольной свиты достигает 190 м. Почти вся добыча угля в Китае идет на внутреннее потребление. Влияние КНР на мировом рынке угля незначительно.

В ЮАР за последние 15 лет добыча угля возросла с 140 до 230 млн. т. Все угли обогащаются. Объем товарного угля превышает 180 млн. т (из них более 51 млн. т идет на экспорт). На нужды электроэнергетики потребляется почти 56%. Значительная часть угля (более 40 млн. т) идет на производство синтетических углеводородов (жидкого топлива), небольшое количество — на производство бытового газа. Запасы угля сосредоточены в 19 месторождениях, из них 85% извлекаемого угля приходится на Трансвааль.

Численность трудящихся, несмотря на рост добычи угля, в последние годы заметно сокращается. Уровень производительности труда очень высокий — 4350 т/чел. в год. Улучшение показателей работы на шахтах достигается за счет повышения уровня механизации работ, улучшения организации производства и труда. Товарный уголь отличается высоким качеством вследствие низкого природного содержания серы и обогащения его в полном объеме, поэтому находит устойчивый сбыт, особенно в Европе, как энергетическое топливо для ТЭС. Основные факторы успешной работы угольной отрасли этой страны, по существу, аналогичны США; важный дополнительный фактор — это дешевая рабочая сила, особенно на вспомогательных и сопряженных с основной работами.

В Индии к 2007 году предполагается увеличение потребности в добыче угля на 250 млн. т в год при настоящем потреблении первичных энергоисточников 195 млн. т угольного эквивалента, из которых 57% обеспечивается за счет угля.

В Западной Европе по объемам добычи угля ведущее место занимают Германия, Великобритания,

Испания. Предполагается, что добыча каменного угля в странах Западной Европы снизится до 50 млн. т угля в год по сравнению со 160 млн. т в 1993 году; в период с 1960 по 1992 годы объем добычи сократился с 600 до 344 млн. т, то есть почти в 1,8 раза.

В отдельных странах (Франция, Великобритания, Бельгия) важной целью реструктуризации был взятый ими курс на сокращение добычи угля в связи с истощением запасов, пригодных для эффективной разработки и переход на более широкое использование других энергоносителей (газ, нефть, атомная энергия). В настоящее время полностью закрыты угольные предприятия в Голландии и Португалии, продолжается закрытие шахт и разрезов во Франции, Великобритании, Германии, Испании. При этом закрытие шахт и разрезов проводится с резким сокращением добычи угля, что ведет к его импорту и поиску других энергоносителей (газ, нефть, атомная энергия).

В Великобритании основными потребителями угля являются предприятия электро- и теплоэнергетики, доля которых в общем объеме потребления угля достигает 75%. С начала 60-х годов добыча угля в стране сократилась с 200 до 60 млн. т в 1995 году. За этот же период количество занятых работников в угольной промышленности снизилось примерно с 490000 до 30000 человек. Производительность труда при этом выросла с 410 до 2000 т на человека в год.

В Германии основными потребителями угля являются электроэнергетика и теплоснабжение, куда направляется 70% произведенной в стране угольной продукции. Электростанции, работающие на угле, являются основными производителями электроэнергии (почти 60%). За ними идут атомные электростанции (28%). Германия традиционно занимает второе место в Западной Европе по добыче антрацита (вслед за Великобританией). Однако роль угля в стране снижается как в абсолютном, так и в относительном выражении. В 1973 году уголь составлял 41% энергетического баланса страны, а в 1991 году только 33% (нефть — 38%, природный газ — 17% и атомная энергия — 11%). С начала 60-х годов по 1993 год добыча каменного угля снизилась со 140 до 65 млн. т в год. Количество работающих в отрасли сократилось примерно с 400000 до 90000 человек (4% в год), производительность труда

при этом повысилась с 360 до 780 т на человека в год. Число предприятий сократилось со 139 до 17.

Во Франции уголь сегодня играет относительно небольшую роль в ее энергетическом балансе (8–9% электроэнергии). Для электроэнергетики Франции решающее значение имеет атомная энергетика, которая обеспечивает 75% общего объема производства электроэнергии. Эта страна имеет меньшие запасы угля в недрах и соответственно меньше его добывает. Существенную роль в снижении добычи играют сложные горно-геологические условия залегания угольных пластов.

В Испании реструктуризация угольной отрасли направлена на стабилизацию работы государственных предприятий, добывающих уголь с относительно невысокой себестоимостью, и на закрытие шахт, добывающих низкокачественные угли, не выдерживающие конкуренции с импортными и другими энергоносителями. Уголь, добываемый в стране, используется в основном для производства электроэнергии, однако его доля существенно ниже, чем в других странах Европы — 16%, из них 7% приходится на долю импортируемого угля. Темпы сокращения рабочих мест на угледобывающих предприятиях весьма высоки — более 11% в год. Всего только за 1988–1990 гг. сокращено более 13,2 тыс. чел., что составляет 34% от общего количества рабочих в угольной промышленности Испании.

Как видно из краткого обзора реструктуризации угольной отрасли, условия функционирования предприятий угольной промышленности каждой из угледобывающих стран имеют свои специфические особенности, обусловленные уровнем социально-экономического развития государств; степенью обеспеченности энергоресурсами и политикой энергопотребления; формами собственности; методами и формами государственного воздействия. В целом же из опыта реструктуризации угольных отраслей различных стран целесообразно учесть конкретные направления повышения технического уровня отрасли, диверсификации производства и социальной защиты шахтеров, улучшения экологической обстановки и трансформации системы управления и форм собственности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гаркавенко Н.Н. Некоторые вопросы организации рыночных отношений в угольной промышленности европейских угледобывающих стран / ЦНИЭИуголь, обзорная информация. 1991. Вып. 21. С. 58.
2. Гаркавенко Н.Н., Грибин Ю.Г. Опыт организации управления, планирования и материального стимулирования труда в Германии / ЦНИЭИуголь, обзорная информация. 1992. Вып. 1. С. 58.
3. Реструктуризация в угледобывающих регионах стран-членов ЕЭС на примере Великобритании // Состояние и развитие угольной промышленности зарубежных стран / ЦНИЭИуголь. 1994. Вып. 3, 4.
4. Угольная промышленность Австралии в 1992 г. // Изобретения и нововведения в угольной промышленности / ЦНИЭИуголь. 1993. Вып. 11, 12.
5. Угольная промышленность Испании // Уголь. 1995. № 1.
6. Угольная промышленность КНР // Изобретения и нововведения в угольной промышленности / ЦНИЭИуголь. 1993. Вып. 11, 12.
7. Угольная промышленность США в цифрах // Состояние и развитие угольной промышленности зарубежных стран / ЦНИЭИуголь. 1994. Вып. 7, 8.
8. Угольная промышленность Франции // Уголь. 1995. № 8.

УДК 622.27

Б.А. ЖАУТИКОВ
А.Д. ТУЛЕГУЛОВ
В.В. ЛИХАЧЕВ
Ф.Н. БУЛАТБАЕВ
А.А. АЙКЕЕВА

Анализ работы системы управления подъемными машинами

При эксплуатации шахтных подъемных установок, работающих в различных режимах, одной из сложных является задача оперативного и эффективно-го управления движением подъемного сосуда в стволе. Сам по себе процесс движения подъемного сосуда описывается сложными законами, поэтому возможны аварийные ситуации, такие как превышение допустимой скорости перемещения подъемного сосуда или обрыв канатов. Это дает повод для поиска причин аварий в работе подъемных установок в несоответствии уровня автоматизации процессов современным требованиям [1]. Подъемные машины относятся к установкам циклического действия и используют в работе реверсивный электропривод. Реверсивный электропривод, работающий в интенсивном повторно-кратковременном режиме, существенно влияет на производительность установки, нагрузку электрических машин и трансмиссию, энергетические и другие показатели его работы. Для обеспечения требуемых показателей необходимо иметь такую систему управления, которая обеспечивала бы необходимый закон изменения скорости в функции перемещения сосуда с грузом. С этой целью применяются специальные программные устройства, задающие требуемую скорость движения сосуда с грузом в функции пути. Возможна стабилизация величины ускорения или замедления в период пуска или торможения. Приведем краткий обзор применявшихся систем управления подъемными установками.

На рис. 1 приведена принципиальная схема электрического ограничителя скорости. Тахогенератор ТГ вращается от вала подъемной машины, напряжение на его зажимах пропорционально скорости подъема. В цепи якоря тахогенератора ТГ имеются два регулируемых сопротивления СВ и СН, включаемые при помощи одного из контактов (ПНВ — ход вперед и ПНН — ход назад) переключателя направления вращения. Подвижные контакты сопротивлений связаны с ретардирующим устройством.

Последовательно с этими сопротивлениями включены катушки токовых реле РОС и РЛС. Параллельно якорю ТГ включено реле напряжения РН для контроля исправности тахогенератора. Контакты реле РОС, РЛС и РН включены в цепь защиты, т.е. в цепь катушки контактора предохранительного тормоза КТП. При нормальной работе контакты РЛС, РОС и РН замкнуты, катушка КТП обтекается током, контакты КТП замыкают цепь тормозного магнита. Если скорость подъема превысит нормальную на 15%, реле РОС сработает и его контакт разомкнет цепь катушки КТП, сработает предохранительный тормоз и машина останавливается.

При приближении подъемного сосуда к приемной

площадке машинист снижает скорость, одновременно ролик находит на прилив диска ретардирующего устройства и ползунок сопротивления перемещается в сторону уменьшения величины сопротивления СВ или СН. В связи с этим сохраняется контроль скорости и в период замедленного движения. Если машинист не будет снижать скорость в соответствии с заданной диаграммой скорости, контакт РОС разомкнет цепь защиты (катушка КТП) и машина останавливается. При неисправности тахогенератора реле РН отключает катушку КТП, машина останавливается. Для того чтобы цепь защиты не разрывалась во время паузы, контакт РН шунтируется контактом К, который замкнут при нулевом (среднем) положении рычага управления.

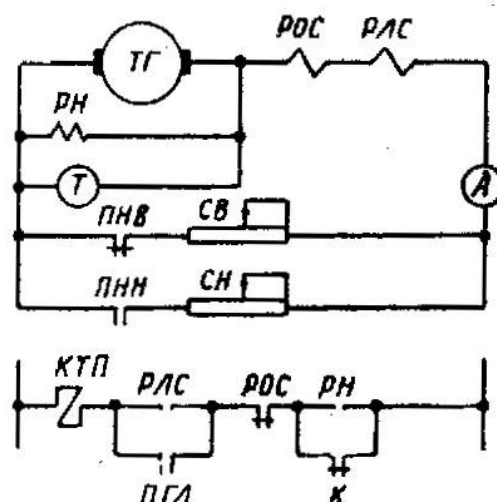


Рис. 1. Принципиальная схема электрического ограничителя скорости

Реле РЛС служит для контроля скорости при подъеме и спуске людей, так как в этом случае допустимая скорость будет меньше. Во время подъема груза контакт РЛС шунтирован ручным переключателем ПГЛ, установленным на верхней приемной площадке. По показанию электрического тахометра Т можно судить о фактической скорости, а по показанию амперметра А с двухсторонней шкалой — о направлении вращения машины и скоростном режиме. При соблюдении заданной диаграммы скорости показания амперметра в период замедления должны быть такими же, как и во время равномерного движения, при увеличении показания амперметра машинист должен снизить скорость.

Недостатком ограничителей скорости является то, что при нарушении скоростного режима они не регулируют скорость, а отключают машину. У регуляторов хода отсутствуют недостатки ограничителей ско-

рости, так как они контролируют действительную скорость подъема, сравнивают ее с заданной и вносят корректировку, т.е. автоматически регулируют скорость, не останавливая машины.

Регуляторы хода изготавливают с электромашинными и каскадными усилителями. На рис.2 приведена принципиальная схема регулятора хода с электромашинным усилителем для привода с асинхронным двигателем [2].

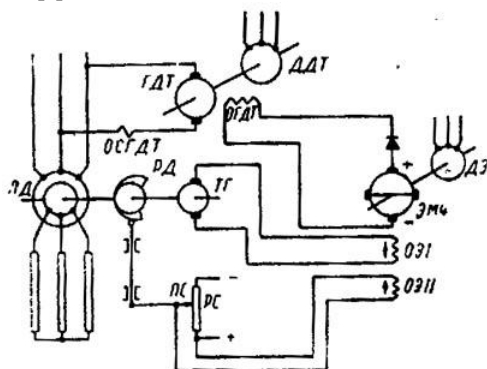


Рис. 2. Принципиальная схема регулятора хода с ЭМУ

Звеном, контролирующим фактическую скорость, является тахогенератор ТГ, приводимый во вращение от подъемного двигателя ПД. Звеном, контролирующим заданную скорость в зависимости от положения подъемного сосуда, служит потенциометр РС, ползунок которого связан с помощью профилированного диска РД с указателем глубины. Определенному положению сосуда соответствует определенное напряжение на обмотке электромашинного усилителя ОЭП, которая включена через потенциометр РС. Обмотка усилителя ОЭП подключена к зажимам тахогенератора. Обмотки ОЭП и ОЭИ включены так, что ток от тахогенератора ТГ и потенциометра РС создает противоположно направленные магнитные потоки. При равенстве фактической и заданных скоростей магнитные потоки в обмотках взаимно уничтожаются и усилитель ЭМУ не возбуждается. При нарушении указанного равновесия в обмотке якоря усилителя появляется напряжение, изменяется ток в обмотке возбуждения генератора динамического возбуждения ОДТ, изменяется ток динамического торможения, т.е. тормозной момент, и происходит автоматическое регулирование скорости подъема.

Каждая подъемная установка имеет предохранительную цепь, с помощью которой осуществляется воздействие на предохранительный тормоз и остановка машины при нарушении нормального режима работы. Результатом неисправности отдельных элементов подъемной установки или неправильных действий обслуживающего персонала может стать аварийная ситуация, если не будет включено предохранительное торможение. Аварийная ситуация характеризуется некоторой вероятностью q_i появления в течение некоторого времени работы подъемной установки.

Если отсутствуют соответствующий аппарат защиты, то аварийная ситуация приводит к аварии. Авария характеризуется некоторой вероятностью Q_i возникновения за определенный промежуток времени.

При отсутствии на подъемной установке соответствующего аппарата защиты вероятность аварии равна вероятности возникновения аварийной ситуации:

$$Q_i = q_i. \quad (1)$$

При наличии аппарата защиты авария представляет собой сложное случайное событие, состоящее в совпадении аварийной ситуации и отказа аппарата защиты a_i, b_i . Авария представляет собой конъюнкцию двух событий:

$$A_i = a_i \wedge b_i, \quad (2)$$

а вероятность аварии определяется произведением вероятностей логических сомножителей:

$$Q_i = q_i \cdot q_{3,i}, \quad (3)$$

где $q_{3,i}$ — вероятность отказа аппарата защиты.

На рис. 3 изображена логическая модель возникновения аварии на любой из n причин, на которой обозначены: $a_1; a_2; \dots a_n$ события, состоящие в появлении 1, 2, ... n -й аварийных ситуаций, $b_1; b_2; \dots b_n$ — события, состоящие в отказе аппаратов защиты, реагирующих на возникновение 1, 2, ... n -й аварийных ситуаций; C — событие, состоящее в отказе предохранительного тормоза.

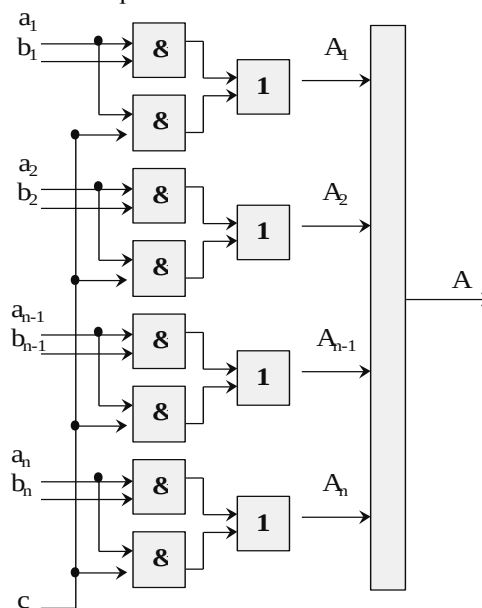


Рис. 3. Логическая модель возникновения аварии

Эта модель отражает положение о том, что при совпадении любой аварийной ситуации с отказом предохранительного тормоза C , авария A_i неизбежна даже при исправном аппарате защиты $b_i = 0$. A — событие, состоящее в возникновении аварии независимо от исходной причины.

Функция, описывающая эту модель, имеет вид:

$$A = \bigcup_{i=1}^n A_i = \bigcup_{i=1}^n (a_i \wedge b_i + a_i \wedge c) = \bigcup_{i=1}^n (a_i \wedge b_i) + c \bigcup_{i=1}^n a_i. \quad (4)$$

Выражение для вероятности события A можно записать в соответствии с (4)

$$Q = \sum_{i=1}^n q_i \cdot q_{3,i} + q_{Tn} \sum_{i=1}^n q_i, \quad (5)$$

где q_i , $q_{3,i}$ — вероятность появления события a_i и b_i , соответственно;

q_{Tn} — вероятность появления события C .

Если считать все аппараты защиты равнонадежными ($q_{3,1} = q_{3,2} = \dots = q_{3,n} = q_3$), а интенсивность суммарного тока возникновения аварийных ситуаций $a_1; a_2; \dots a_n$ обозначить $\lambda_{a,c}$, то получим выражение (5) в следующем виде:

$$Q = \sum_{i=1}^n \frac{q_i}{z} + q_{Tn} \sum_{i=1}^n q_i = Q_A + Q_{Tn}, \quad (6)$$

$$Q_A = \sum_{i=1}^n \frac{q_i}{z} = \lambda_{a,c} \frac{t}{z}, \quad (7)$$

где Q_A , Q_{Tn} — вероятность аварии из-за отказа аппаратов и из-за отказа предохранительного тормоза соответственно.

Будем считать эксплуатацию подъемной установки безопасной, если:

$$Q \leq Q_{\text{дп}},$$

где $Q_{\text{дп}}$ — допустимое значение вероятности на подъемной установке.

На основании изложенного двухканальная с взаимным контролем структура принята за основу при создании современных аппаратов защиты подъемных установок.

Таким образом, сделав анализ, можно предположить наиболее приоритетное направление в развитии систем управления подъемными машинами на современном этапе. Таковым является применение микропроцессорной техники на базе современных микропроцессоров [4]. Применение микропроцессорной техники позволит повысить надежность работы подь-

емных машин, оперативность выполнения всех действий, даст возможность непрерывного контроля за всеми процессами работы подъемных машин. Вся необходимая информация поступает на входы микропроцессора и после преобразования передается на ЭВМ, где после соответствующей обработки приводит к выдаче исполнительных рекомендаций.

Главная особенность именно такой обработки информации заключается в том, что в отличие от машиниста ЭВМ способна обрабатывать одновременно и с огромной скоростью всю поступающую информацию и согласно заложенному алгоритму выдаст наиболее достоверную рекомендацию. Это позволит полностью исключить так называемый «человеческий фактор» или, проще говоря, ошибку машиниста. Работа подъемных машин на всех стадиях будет контролироваться датчиками, дающими достаточную информацию о характере процессов, протекающих в подъемных машинах. Более того, появляется возможность прогнозировать те или иные ситуации и предлагаются варианты выхода из тех или иных нестандартных ситуаций.

При проектировании микропроцессоров необходимо учитывать статистические данные о наиболее вероятных нарушениях в работе подъемных машин и их количественные показатели. Предполагается заложить в работу микропроцессоров алгоритмы поиска неисправностей по тем или иным признакам, тем самым прогнозировать вероятность выхода из строя того или иного узла подъемной установки.

Подъемные установки являются одним из звеньев в процессе добычи полезных ископаемых, поэтому даже незначительный сбой приводит к нарушению нормального режима работы вплоть до полной остановки производства, что влечет за собой экономические потери.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Егоршин В.В., Егоров П.В., Рыжков Ю.А. Новое направление разработки наклонных и крутых пластов // Горный журнал, 2000. № 5.
2. Волотковский С.А., Троп А.Е., Блажкин А.И. Основы электропривода и автоматики. М.: Госэнергоиздат, 1977.
3. Малиновский А.К. Автоматизированный электропривод машин и установок шахт и рудников. М.: Недра, 1987.
4. Новаченко И.В., Юровский А.В. Микропроцессоры. Устройство и назначение. М.: Радио и связь, 1990.

УДК 65.016.7:622.012
(4-11+470)

С.С. КВОН
Э.Г. РООТ
А.А. КАЗНАЧЕЕВА

Анализ основных направлений реструктуризации шахтного фонда в угледобывающих странах Восточной Европы и России

С распадом стран социалистического сообщества страны Восточной Европы и России переживают трудности перехода к рыночной экономике и кризисное состояние в угольной отрасли. Отличительной особенностью этой отрасли является переход экономики от плановой к рыночной. Однако ход осуществления программ перестройки, начатых в 1990 году и в

начале 1991 года, сталкивается с серьезными трудностями. Правительства стран не были готовы к разработке реальных программ и мер по оказанию поддержки угольным отраслям в столь сложный и важный переходный период. Проблемы усугублялись высокой инфляцией, экономическим спадом и социальной напряженностью, а также отсутствием долж-

ной финансовой поддержки, необходимой для успешного завершения процесса перестройки. Кроме того, помощь со стороны международных банков и фондов была очень скромной по сравнению с потребностями в капиталовложениях для успешной реструктуризации. Эти обстоятельства хорошо просматриваются при анализе процесса реструктуризации угольных отраслей практически во всех восточно-европейских странах.

В Польше имеются достаточно большие запасы угля — возможна разработка примерно 12 млрд т наиболее благоприятных угольных запасов, из которых 7 млрд т — энергетические угли и 5 млрд т — коксующиеся. Они сосредоточены в Верхне-Силезском, Нижне-Силезском и Люблинском бассейнах. Уголь является важнейшим компонентом топливно-энергетического баланса страны — в 1995 году его было добыто 135,5 млн т. На рынке первичных энергоносителей уголь занимает ведущее место. В 1991 году на его долю пришлось 78% спроса, нефти — 14% и природного газа — 8%. Польша к структурной перестройке в угольной промышленности пришла раньше России. С 1987 до 1993 года потребление угля сократилось на одну треть.

Общее число занятых в отрасли снизилось с 1987 года по 1994 год более чем на 130 тыс. и составило 291,9 тыс. человек. На разрезах число рабочих уменьшилось всего на 4 ... 5 тыс. человек (максимально здесь работало 18 тыс. человек). В ближайшие годы предстоит сократить еще около 100 тыс. шахтеров.

Финансовая помощь со стороны государства предполагается на закрытие шахт и частично на охрану окружающей среды. Программа перестройки угольной отрасли направлена на обеспечение ее прибыльности за счет повышения производительности труда и сокращения производственных издержек путем выборной эксплуатации угольных запасов с благоприятными условиями разработки: разработка пластов мощностью более 1,5 м с углами падения менее 45° и с зольностью менее 20%, сокращение участков добычи с закладкой выработанного пространства. В результате реструктуризации угольная отрасль Польши должна быть трансформирована в полностью прибыльное производство.

Чешская Республика обладает балансовыми запасами в 6,4 млрд т каменного и 5,3 млрд т бурого угля. Каменный уголь добывается в основном в Остравско-Карвинском бассейне, причем из-за большой глубины залегания только шахтным способом. Используется в энергетике и для коксования.

Уголь — основной энергоноситель Чехии (при практически полном отсутствии природного газа и нефти). Его добыча до 1989 года была относительно постоянной — около 25 млн т каменного и 95–100 млн т бурого угля в год. С 1990 года началось падение объемов добычи — до 18 млн т каменного и 65 млн т бурого угля в 1993 году. К 2000 году ожидалось падение добычи до 15–16 млн т каменного и 40 ... 50 млн т бурого угля. Количество шахтеров в отрасли сокращается примерно на 15...17% ежегодно.

В 1992 году в республике была принята государственная программа реструктуризации угольной промышленности. Целью реструктуризации является

закрытие неэффективных предприятий и образование акционерных обществ, объединяющих прибыльные предприятия для работы в условиях рынка и конкуренции. При реструктуризации угольной отрасли в Чешской Республике исходили из следующих принципов: создание рыночной среды; постепенная либерализация цен на уголь; контроль за объемами импорта угля; уменьшение участия государства в расходах социального, экологического и технико-технологического характера; сохранения определенного равновесия в плане социальной устойчивости. Участие государства в реструктуризации угольной отрасли заключается в оказании финансовой помощи при закрытии предприятий. Субсидии в угольную промышленность на производственную деятельность не направляются.

В Болгарии уголь является единственным и долговременным энергетическим ресурсом. Балансовые запасы угля в стране составляют около 6 млрд т, из которых 87% приходится на долю лигнитов, менее 6% — на бурые угли и около 7% — на каменные угли и антрациты. Этих запасов достаточно для удовлетворения топливно-энергетических потребностей страны. Почти 90% добываемого угля используется в теплоэнергетике; 2,4 млн т идет на производство брикетов. С 1987 года добыча угля снизилась с 38,5 млн т примерно до 30 млн т. В 1995 году было добыто всего 31,9 млн т, из них — 27,5 млн т — лигниты и 4,2 млн т — бурые угли.

С 1992 года в угольной отрасли Болгарии осуществляется процесс реструктуризации, направленный на создание условий, способствующих переходу предприятий к рыночным отношениям. Были созданы пять акционерных коммерческих предприятий и 14 акционерных предприятий с ограниченной ответственностью. В 1996 году в угольной отрасли действовало 12 АО, в состав которых входят 25 шахт и 8 разрезов. Все они включены в АО «Вглище-Холдинг». Открытым способом добывается 90% всего объема угля, в основном лигнита (правительство периодически увеличивает цены на лигнит). Государство выделяет дотации на подземную добычу угля. Шахты полностью удовлетворяют потребности народного хозяйства страны в угольной продукции.

В целях решения проблем, возникающих в ходе реструктуризации угольной промышленности, намечено осуществить следующие меры: изменить систему выхода шахтеров на пенсию с учетом специфики их работы; предоставить рабочим возможность преждевременного выхода на пенсию с льготными выплатами; обеспечить профессиональную подготовку рабочих по видам деятельности, предусмотренным для соответствующих регионов; разработать программу закрытия шахт с перечнем необходимых работ и персонала для их выполнения; разработать программы восстановления окружающей среды в районах закрытия шахт и начать их реализацию.

Из общего годового объема добычи угля в Венгрии — около 17 млн т (примерно 70%) приходится на уголь, используемый как топливо для ТЭС. Остальной уголь используется для бытовых целей, на коммунальных предприятиях и для производства брикетов. Сокращение объема промышленного производства в Венгрии и спад деятельности энергоемких отраслей

промышленности резко уменьшили спрос на электроэнергию. Согласно прогнозам уменьшение объема потребляемой электроэнергии в ближайшем будущем прекратится, однако уровень выработки электроэнергии, имевший место в 1988 году, будет достигнут только после 2000 года. Спрос на уголь для бытовых целей также постоянно сокращается, особенно после либерализации импорта угля из стран, в которых экспорт угля дотируется.

В связи с этим правительство Венгрии разработало концепцию сокращения добычи угля — основные принципы преобразования организации производства, собственности и контроля в угольной отрасли, которые в настоящее время реализуются на практике.

Румыния располагает запасами лигнита и бурого угля в объеме 2,7 млрд т, что обеспечивает ее внутренние потребности примерно на 50 лет. Они являются главными энергоносителями для производства электроэнергии, коммунально-бытовых и других нужд. До 1990 года в стране добывалось более 50 млн т угля ежегодно. Основной объем добычи — около трех четвертей — производится на разрезах, остальной — шахтным способом. Объем угледобычи в 1995 году составил 32,5 млн т. Угольные ТЭС потребляют более 90% всего угля. Стратегия перестройки румынской угольной отрасли стремится наиболее полно учесть реалии перехода к рыночной экономике.

Украина располагает запасами угля различного назначения. Готовые к разработке запасы угля составляют 30 млрд т, а балансовые запасы — более 100 млрд т. Готовые к разработке запасы примерно на 45% состоят из коксующихся и на 55% — из энергетических углей. При имевшем место в прошлом ежегодном объеме добычи порядка 250 млн т их достаточно на 400 лет. Более 60% добываемого угля используется в качестве энергетического топлива. Уголь является главным источником энергии из-за ограниченных запасов нефти и газа. В перспективе твердому топливу отводится доминирующая роль в производстве электроэнергии на Украине. Поэтому становление экономики страны в большой мере зависит от реструктуризации ее угольной промышленности. За последние 15 лет, при значительном повышении уровня механизации, годовой объем добычи угля снизился с 225 млн т более чем вдвое. Количество же работающих в отрасли из-за низкой производительности труда составляет более 1 млн человек.

Реструктуризация угольной отрасли осуществляется при активной поддержке со стороны государства. Начата работа по созданию условий для развития деятельности, не связанной с добычей угля. В угледобывающих регионах намечаются для размещения предприятия машиностроения, легкой промышленности; интенсивно развивается сельское хозяйство.

Реструктуризация угольной промышленности России — это комплекс взаимосвязанных мероприятий, направленных на преобразование производственной и организационной структур угольной отрасли в целях повышения ее эффективности и решения сопряженных социально-экономических проблем с одновременной адаптацией отрасли к рыночным отношениям при переходе к ним российской экономики в целом. Основными целями реструктуризации являются

— формирование конкурентоспособных угольных предприятий, обеспечивающих самофинансирование в длительной перспективе; обеспечение социальной защищенности работников отрасли и высвобождаемых трудящихся; последовательное снижение государственной поддержки предприятиям отрасли; социально-экономическое и экологическое оздоровление и обеспечение социальной стабильности в угледобывающих регионах.

На основе теоретических положений и всестороннем анализе богатого зарубежного опыта перестройки угольных отраслей в 1994 году компанией «Росуголь» были разработаны «Концепция реструктуризации угольной промышленности России» и «Основные направления реструктуризации угольной промышленности России». Они послужили исходной базой для разработки комплекса конкретных программ по реструктуризации угольной отрасли в целом и по ее подотраслям. Реструктуризация российской угольной промышленности производится поэтапно в соответствии с изложенными принципами и программами.

На первом этапе (1993–1995 г.) была полностью устранена жесткая система централизованного планирования, ликвидирована система фиксированных цен на уголь и выдача 100% бюджетных дотаций угольным предприятиям. Разработан новый хозяйственный механизм, основанный на ценообразовании, трансформации форм собственности, формировании рыночной инфраструктуры. Начаты принципиальные изменения в структуре шахтного и карьерного фонда. В 1994–1995 г. прекращена добыча на 37 особо убыточных шахтах. В процессе реструктуризации в отрасли сокращено 147 тысяч трудящихся. В эти же годы добыча угля продолжала снижаться, вместе с тем впервые за много лет в 1995 году намечился устойчивый рост производительности труда рабочих, за 1995 — на 7,5%.

Особое внимание уделяется созданию конкурентоспособных прибыльных предприятий. С привлечением специально созданных инвестиционных компаний активно ведется освоение наиболее благоприятных угольных месторождений в Кузбассе, строительство высокорентабельных «малых разрезов» на Дальнем Востоке, шахт высокого технического уровня в Восточном Донбассе. Преимущественное развитие получает наиболее эффективный открытый способ добычи угля, доля которого за последние два года выросла с 55 до 58%, в 1995 году открытым способом добыто 145,2 млн т угля. В течение 1996 года на разрезах добывалось уже около 60% всего угля.

Наряду с вопросами перестройки отрасли решаются социальные проблемы. Разработана программа диверсификации, решаются вопросы трудоустройства освобождаемых трудящихся (за 1994 год численность промышленно-производственного персонала уменьшилась на 40,4 тыс. трудящихся, то есть на 10% от общего списка).

В природоохранной деятельности при реструктуризации отрасли должны быть разработаны мероприятия по снижению негативного влияния угольных предприятий на экологическую обстановку регионов: сокращение вредных выбросов в атмосферу и сбросов в водоемы за счет технологического совершенствования

ния производства; осуществление программы рекультивации земель и отходов; создание экономического механизма, стимулирующего осуществление мер по экологическому оздоровлению угольных регионов.

В ходе второго этапа (до 2000 года) намечалось осуществить более глубокие структурные преобразования в производственной и социальной сферах, со-

здать действенный механизм экономического регулирования добычи, переработки и использования угля, обеспечить эффективное функционирование отрасли и рентабельную работу всех региональных угольных компаний в условиях рыночной экономики, существенно улучшить социально – экономическую и экологическую обстановку в угледобывающих регионах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гальчев Ф.И. Спрос на энергетические угли России // Уголь. 1997. № 10. С. 47–49.
2. Евтушенко А.Е. Роль угля в энергетике России // Уголь. 1998. № 9. С. 17–24.
3. Кайзер К., Моор П. Страны с зарождающейся рыночной экономикой и мировая угольная промышленность // Уголь. 1995. № 1. С. 29–32.
4. Новая энергетическая политика России / Под ред. Ю.К. Шафраника. М.: Энергоатомиздат, 1995.
5. Реструктуризация в каменноугольной промышленности Польши // Состояние и развитие угольной промышленности зарубежных стран / ЦНИЭИуголь. 1994. Вып. 11, 12.
6. Угольная промышленность Болгарии на современном этапе. Там же.

УДК 622.284.54(005)

Г.С. ЖЕТЕСОВА

Анализ работоспособности гидростоек механизированных крепей

Переход горных работ на большие глубины, как свидетельствует мировой опыт эксплуатации угольных и рудных месторождений, сопровождается повышением сложности горно-геологических условий: увеличивается число пластов с труднообрушаемыми кровлями; динамические проявления горного давления сопровождаются выбросами угля, газа, пород и горными ударами [1, 2], а также действием поперечных и внецентренных сил [3]. Эксплуатация серийных механизированных комплексов в этих условиях не обеспечивает в полной мере безопасность и эффективность очистных работ из-за тяжелых последствий динамических явлений в момент внезапного обрушения кровли. Уменьшение фактического сопротивления гидростоек и, как следствие, секций механизированных крепей в целом, вызывает увеличение опусканий выдвижных частей гидростоек, вплоть до их посадки «на жестко», со всеми вытекающими последствиями [4].

При резких осадках мощных слоев основной кровли, т.е. при динамическом приложении внешней нагрузки со скоростью до 0,5 м/с и выше, скачок давления в поршневых полостях гидростоек может достигать 140 МПа [4]. При этом возможно возникновение явления гидроудара, который способен привести к остаточным деформациям стенок цилиндров, уплотнений и других элементов крепи, и разрушениям гидростоек.

В процессе работы гидростоек их элементы являются подвижными относительно друг друга, причем зазоры между ними устанавливаются исходя из необходимости сохранения подвижных посадок в сопряжениях пар «поршень-цилиндр» и «шток-втулка». Из-за наличия зазоров в таких соединениях, несмотря на наличие фильтров очистки рабочей жидкости, в гидросистемах имеется присутствие твердых частиц размерами до 80 мкм. Они разрушают поверхность элементов гидростоек. Фрикционные явления для элементов гидростоек усиливаются воздействием агрессивной подземной среды и опасностью гидроударов.

Как показывают исследования, поршень в цилиндре часто перекашивается и приходит во взаимодействие с ним по двум кромкам (рис. 1). Это явление усиливается в условиях неустойчивых кровель и значительных поперечных нагрузках, характерных для сложных горно-геологических условий угольных месторождений.

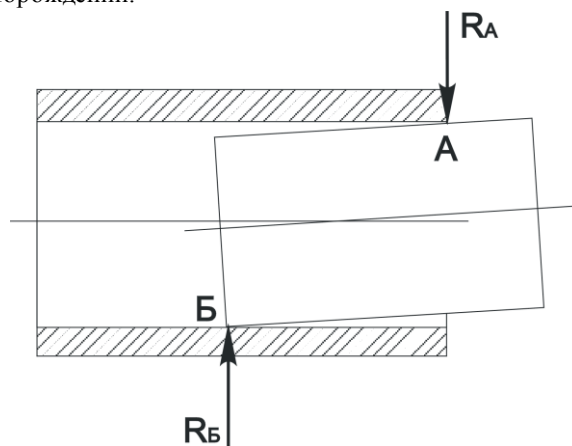


Рис. 1. Перекос элементов в поршневых соединениях гидростоек

Наибольший износ образуется в зоне Б из-за скопления смазки и снятия хромированного покрытия. Экспериментально установлено весьма неравномерное изнашивание поршня и цилиндра по длине сопрягаемой поверхности, которая является длиной трения (рис. 2).

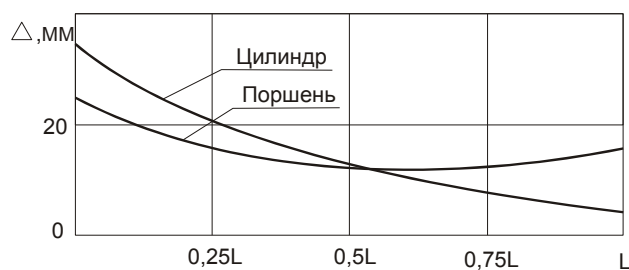


Рис. 2. Экспериментальная зависимость износа сопрягаемых поверхностей от длины износа

Экспериментальные зависимости имеют нелинейный характер. Следует отметить, что рабочая поверхность цилиндра изнашивается больше, чем поверхность поршня, особенно в начале пути трения. Износ наиболее усиливается при наличии пуассоновых деформаций (расширений) в поперечных сечениях элементов гидростойки, имеющих место при динамических нагрузках от горных ударов, приводящих к ударным волнам напряжений в акустических материалах, в том числе в металлах.

Для уменьшения отрицательных воздействий перекосов элементов гидростоек возможно конструктивное решение на основе размещения между подвижными элементами элемента упругого, способного накапливать потенциальную энергию. При перекосах гидростойки от действия поперечных сил упругий элемент будет деформироваться и увеличивать свою потенциальную энергию сжатия. В этом случае перекосы будут меньше, чем при отсутствии упругого элемента. После прекращения действия поперечных сил накопленная энергия сжатия вернет смещенные элементы гидростойки в нормальное рабочее положение. Положительный эффект усиливается, если правильно выбрать материал и конструктивное исполнение упругого элемента.

Перечисленные проблемы исследуются разработчиками и проектировщиками в разных странах. Многие разработки связаны с технологией ведения горных работ, например, с применением гидравлического спо-

соба закладки, обеспечивающего достаточную плотность закладочного массива и высокую производительность закладочных работ. Закладка выработанного пространства позволяет ограничить динамические проявления горного давления и предотвратить возникновения внезапных выбросов и горных ударов [1].

Другим направлением является уточнение методов расчета механизированных крепей на устойчивость, критических нагрузок на элементы механизированных крепей, гидроэлементов и гидросистемы в статическом режиме работы.

Значительную часть исследований по повышению работоспособности гидростоек составляют работы по созданию конструктивных средств защиты гидростоек от динамических нагрузок, в частности, основанных на принципе их срабатывания (предохранительные и разгрузочные клапаны). Так, в ИГД СО РАН разрабатываются инерционные защитные устройства гидростоек, принцип работы которых основан на срабатывании клапана во время динамического нарастания нагрузки и проседания штока с затяжкой во времени за счет инерционного эффекта [2].

Рассматриваемые методы направлены на определенный ресурс работы механизированных крепей в лаге до первого капитального ремонта, который, согласно ГОСТ 18585-73, составляет не менее 20000 часов. Как показывает опыт эксплуатации механизированных крепей на месторождениях, склонных к проявлениям горных ударов, такой ресурс является маловероятным.

Для эффективной работы гидростоек в течение заданного ресурса появляется необходимость максимального сужения допусков на изготовление подвижных элементов стоек секций механизированных крепей. С другой стороны, такие жесткие конструктивные требования ограничиваются сущностью подвижных посадок и технологическими возможностями, поскольку это связано с увеличением трудоемкости и стоимости изготовления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шаламберидзе Ф.Ф. Совершенствование управления геомеханическими процессами. М.: Наука, 1984. 183 с.
2. Клишин В.И. Исследование динамических процессов в гидростойках механизированных крепей // Сб. докладов Междунар. конф. «Динамика горных машин 89». РП, Гливице, 1989. С. 153–159.
3. Хорин В.Н., Мамонтов С.В., Гейхман И.Л. Вопросы расчета и надежности шахтных гидравлических крепей. М.: Наука, 1970. 165 с.
4. Жетесов С.С., Лазуткин А.Г., Сагинов А.С. и др. Пути развития и совершенствования механизированных крепей. Алматы: Гылым, 1992. 280 с.

Раздел 2

Геотехнологии

УДК 65.016.7: 622.012 (574)

С.С. КВОН
Э.Г. ПООТ
А.А. КАЗНАЧЕВА

Основные направления реструктуризации угольной отрасли Казахстана

Общий кризис экономики Республики Казахстан особенно тяжело отразился на угольной промышленности. Важным аспектом кризиса является хронический недостаток источников и объемов инвестиций. При резком сокращении финансирования угледобывающей отрасли, специфическая особенность которой заключается в необходимости постоянного ввода новых мощностей для поддержания добычи на уровне рыночного спроса, казахстанские угледобывающие предприятия при отсутствии удовлетворительных капитальных вложений снизили объемы добычи в 3–4 раза против достигнутого.

Инфляционные процессы в экономике республики, ввод свободных цен на уголь и снижение объемов государственных дотаций в начале 90-х годов ухудшили и усложнили экономический, производственный и социальный аспекты состояния угольной промышленности. Для решения проблемы необходима глубокая реструктуризация угольной отрасли с радикальной перестройкой всех ее структур, с адаптацией их к рыночным условиям, основу которых составляют конкуренция и рыночные отношения. При имеющемся соотношении энергетических ресурсов топливно-энергетический баланс Казахстана должен быть ориентирован на уголь в качестве главного энергоресурса на дальнюю перспективу.

Наиболее важными направлениями реструктуризации угольной промышленности с учетом особенностей экономики Казахстана являются:

- удовлетворение потребительского спроса на угольную продукцию в условиях свободных цен и конкуренции между производителями на внутреннем рынке первичных энергоресурсов. При практической реализации этого принципа объемы годовой добычи угля должны определяться уровнем рыночного спроса и тенденциями его изменения на рассматриваемую перспективу, а производственные возможности отрасли — адаптироваться к рыночному спросу;
- создание и сохранение резерва высокоэффективных мощностей по добыче угля с целью обеспечения возможных изменений рыночного спроса и энергетической безопасности основных регионов и страны в целом;
- повышение конкурентоспособности угля путем снижения производственных затрат и повышение качества продукции. При этом снижение производственных затрат должно достигаться в первую очередь путем вовлечения в разработку наиболее благоприятных запасов и применения новых технологий, а также сокращения численности занятых в результате закрытия неэффективных производств;
- создание условий для развития конкуренции на

рынке угля и его продукции;

- наличие социальных программ предприятий;
- приватизация государственных предприятий, направленных на создание независимых форм собственности;
- формирование системы информационного обеспечения на рынке угля и смежных его областях;
- поиск отечественных и зарубежных инвесторов на длительную перспективу;
- создание систем социальной защиты освобождаемых рабочих.

Одним из важнейших результатов начатой структурной перестройки угольной промышленности как составляющей реформы казахстанской экономики в целом явилось создание необходимых предпосылок формирования рынка угля. Сегодня можно констатировать существование достаточно развитых рыночных отношений в деятельности угольных компаний, что свидетельствует о достижении одной из основных целей первого этапа реструктуризации отрасли. В то же время, основными поставщиками энергетических углей в Республике Казахстан на сегодняшний день являются 5–6 месторождений, которые и определяют в настоящее время формирование рынка данного вида энергоресурсов.

Перестройка и переход к рыночным отношениям вызвали значительные изменения в экономике Казахстана и сопровождаются явлениями, малоизвестными в практике народного хозяйства. Новыми и малоизученными для нашей республики являются вопросы формирования конкурентного угольного рынка и конкурентоспособности угледобывающих предприятий и их продукции. Внутренний рынок угля Казахстана представляет собой рынок несовершенной монополистической конкуренции, состоящей из множества продавцов и покупателей, осуществляющих свои сделки в широчайшем диапазоне цен.

Такой разброс цен объясняется субъективными причинами, вызванными законами неуправляемого стихийного рынка. Скуденность угледобывающих предприятий, обеспечивающих топливно-энергетическими ресурсами всю республику, на территории Центрального Казахстана исключает конкуренцию, обусловленную территориальной или административной принадлежностью или приближением к тому или иному бассейну при равных качественных свойствах углей конкурирующих субъектов.

Угледобывающие предприятия Карагандинской и Павлодарской областей (ПО «Карагандауголь», ПО «Экибастууголь») изначально создавались как дотационные гиганты. В результате рыночных преобразований в экономике Казахстана и первых шагов реорганизации в структуре угольной отрасли угледобывающие предприятия лишились своих преимуществ и оказались на грани или даже за гранью полной утраты конкурентоспособности. Такая неконкурентоспособность является индуцированной, то есть вызванной внешними условиями, так как в большинстве случаев вины самих предприятий в ее возникновении не было: они выступили жертвами общих процессов трансформации народного хозяйства республики.

Одной из причин возникшей неконкурентоспособности угледобывающих предприятий явился

всплеск монополистических тенденций предприятий-поставщиков основных ресурсов и оборудования для горно-добывающего производства в начале реформы, когда предприятия-поставщики начали обретать хозяйственную самостоятельность. Тогда, в условиях еще существовавшего товарного голода, почти все предприятия решали свои проблемы на монополистический лад: снижали производство, одновременно повышая цены. Кроме того, следует учесть, что большинство крупнейших поставщиков горного оборудования оказались за рубежом — в России, Белоруссии, на Украине. Аналогичную стратегию грубого давления выбрали и продолжают абсолютно незаменимые естественные монополисты, без тесного сотрудничества с которыми угледобыча невозможна — железнодорожный транспорт и электроэнергетика.

Другая основная причина возникшей неконкурентоспособности угледобывающих предприятий кроется в глубоком макроэкономическом кризисе. В связи со снижением спроса на энергетические угли производственные мощности основной массы угледобывающих предприятий оказались недогруженными. В соответствии с теорией конкуренции угледобывающие предприятия, относящиеся к фирмам-гигантам, особенно плохо переносят снижение загрузки мощностей из-за очень значительных фиксированных издержек. Отсюда следует вывод объективной необходимости такого перераспределения нагрузок на шахты и разрезы, которое позволило бы, при полном удовлетворении потребностей рынка потребителей, оптимально загрузить производственные мощности экономически наиболее сильных и перспективных предприятий. В результате часть шахт и разрезов получают нулевые нагрузки, что послужит объективной предпосылкой для анализа и принятия решений о закрытии таких предприятий. Для безусловной реализации угольной продукции она должна быть конкурентоспособной, то есть соответствовать определенным требованиям и выгодно отличаться от аналогичной продукции других поставщиков. Падение спроса в силу упомянутых ранее причин на угольных предприятиях региона и закрытие целого ряда шахт привело к высвобождению огромного количества людей, что влечет за собой серьезные социальные последствия.

Необходимо в ближайшее время разработать программу социальной защиты увольняемых горняков, в которой должны быть проработаны вопросы переподготовки и трудоустройства шахтеров, а также рассмотрены вопросы выплат при увольнении. В связи с вышеизложенным, актуальность повышения конкурентоспособности угледобывающих предприятий чрезвычайно высока. Под конкурентоспособностью понимается реальная и потенциальная возможность производства и прибыльной реализации угольной продукции. За период реструктуризации угольной промышленности наметилось несколько направлений зародившейся конкуренции: между разными видами первичных энергоносителей, между отечественной и зарубежной угольной продукцией, между отдельными угледобывающими предприятиями за выживание и рынок сбыта в условиях нарастающего процесса закрытия шахт и разрезов, между углями разных поставщиков на отдельном рынке сбыта. Длительное

время существует конкуренция между открытыми и подземными способами разработки месторождений. В период отсутствия государственных дотаций, падения спроса на уголь открытый способ разработки угольных месторождений значительно более конкурентоспособен, чем подземный, по издержкам производства, производительности труда, объемам добычи и необходимым инвестициям.

Превышение предложения над спросом на внутреннем казахстанском рынке чрезвычайно обострило конкуренцию между предприятиями, чем в определенной степени и объясняется предложение своей продукции по ценам, не оправдывающим затраты на ее добычу. Кроме того, в условиях экономического кризиса одним из главных условий выбора поставщика является не качественная характеристика угля, оптимально удовлетворяющая потребителя, а минимальная цена за поставляемое топливо.

Республика Казахстан располагает реальной возможностью для удовлетворения потребности в энергетическом угле как на внутреннем, так и на внешнем рынке, так как разведанные угольные георесурсы и потенциал созданных мощностей угольных предприятий страны огромны. Подавляющая часть запасов углей заключена в месторождениях Центрального Казахстана, из которых промышленностью освоены: Карагандинский, Экибастузский и Майкубенский угольные бассейны, Шубаркольское, Берлинское, Куу-Чекинское и Юбилейное (Каражира) угольные месторождения. В центральной части республики находится крупный Тургайский буругольный бассейн, имеющий ряд крупных месторождений, пригодных для открытой отработки и перспективных для освоения.

Что касается реструктуризации отрасли, то Правительство Республики Казахстан предприняло ряд мер по реструктуризации шахтного фонда с целью сохранения минимально необходимого его потенциала для обеспечения прежде всего внутренней потребности в угольной продукции. Было принято решение о закрытии в 1995–1997 гг. пяти наиболее дотационных шахт. 15 шахт проданы иностранной фирме «Испат Интернешнл» и на их базе организован угольный департамент АО «Испат-Кармет», шахты «Долинская», «Шерубай-Нурина» и им. 50-летия Октябрьской революции проданы частным лицам, а на базе шахт «Кировская», им. Горбачева и им. Байжанова организовано АО «Карагандакомир». Передача шахт бассейна к различным собственникам не привела пока к существенным изменениям и улучшению основных технико-экономических показателей, которые в настоящее время соответствуют уровню начала 50-х годов. Это значит, что угольные шахты Карагандинского бассейна по своим основным показателям отбросились назад на 45 лет.

Краткий анализ общего состояния шахтного фонда показывает, что все шахты бассейна находятся в кризисном состоянии. Отсутствие инвестиций привело к тому, что работы по вскрытию и подготовке новых глубоких горизонтов практически прекращены, а около 70% всех шахт работают по временной уклонной схеме. Динамика основных технико-экономических показателей работы шахт АО «Испат-Кармет» за период 1990–1997 гг. характеризуется резко негатив-

ными тенденциями:

- снижением общей добычи угля с 23,9 до 12,9 млн. т или в 1,9 раза, наиболее значительное снижение добычи углей марок КЖ и ОС — в 2 раза;

- зольность добываемых углей повысилась с 30,6 до 32,2%;

- среднедействующее количество очистных забоев снизилось с 65,5 в 1990 году до 36,6 в 1997 году, при этом среднесуточная нагрузка на один забой увеличилась с 976 до 1019 т, то есть выросла на 5%;

- проведение подготовительных горных выработок на шахтах сократилось в 3,2 раза со 172 км в 1990 году до 53,9 км в 1997 году;

- снижение численности рабочих по добыче за рассматриваемый период было неадекватно снижению добычи угля и составило только 22%; месячная производительность их труда снизилась с 74,3 до 45,6 т/мес., то есть в 1,5 раза.

Основными причинами снижения технико-экономических показателей шахт явились: отсутствие средств по структурной перестройке шахтного фонда; неплатежеспособность потребителей; ориентация на платежеспособный спрос при сокращении добычи коксующихся и энергетических углей; устаревшее оборудование, практически полное прекращение капитальных работ по воспроизводству выбывающих запасов и мощностей.

По состоянию на начало 1997 года производственные мощности шахт АО «Испат-Кармет» составляли 22,76 млн. т в год, фактическое освоение в 1997 году только 57,1%. Подготовленные к выемке запасы на шахтах составляли на начало 1997 года около 23,0 млн. т, что обеспечивает их суммарную производственную мощность. Сдерживающими факторами для ее освоения являются изношенность оборудования и отсутствие механизированных комплексов нового технического уровня.

При удовлетворении потребности в инвестициях оставшиеся шахты Караганды могут удовлетворить потребность в коксующихся углях и энергетическом сортовом топливе. Маркетинговый анализ показывает, что металлургические заводы Украины могут потреблять карагандинские коксующиеся угли в объеме до 10 млн. т в год по цене, сравнимой с ценой угля из Силезии в Польше. Карагандинский уголь предпочитают и несколько крупных уральских металлургических заводов, так как коксующиеся концентраты из Кузбасса имеют более высокое содержание серы. Кроме того, на конкурентоспособность карагандинского угля влияет дальность транспортировки (расстояние до Караганды в 2 раза ближе, чем до Кузбасса). Таким образом, карагандинский уголь при условии снижения себестоимости и соответствующих ценах будет иметь спрос на внешнем рынке при условии общей стабилизации в экономике стран-потребителей коксующегося угля.

Углерезрезы Карагандинской области в период коммерциализации угольных предприятий претерпели значительные структурные изменения. Практически все предприятия в процессе акционирования и продажи на конкурентной основе переданы иностранным инвесторам. Дальнейшее развитие добычи угля на разрезах, перешедших в собственность иностранных

компаний, определяется прежде всего спросом на энергетические угли действующих и планируемых к строительству новых мощностей в Казахстане и России, конкуренцией углей на рынках сбыта, а также инвестиционными возможностями новых владельцев разрезов и электростанций.

В настоящее время спрос на уголь определяется стоимостью товарной продукции. Оценка конкурентоспособности углеразрезов области свидетельствует о необходимости углубления процесса реструктуризации с целью увеличения экономического потенциала и объемов производства. Углеразрез АООТ «Борлы» большую часть добываемого угля поставляет на ТЭС и ГРЭС Балхаша и Жезказгана по ценам, не отражающим их реальную стоимость, однако проблемы сбыта вынуждают на невыгодную сделку. На разрезе «Молодежный» АООТ «Борлы» за период с 1988 по 1997 год добыча угля снизилась вдвое, с 5,0 млн. т до 2,4 млн. т. Разрез «Куу-Чекинский», освоивший проектную мощность 3,0 млн. т угля, по состоянию на 01.01.97 г. снизил добычу угля до 1,1 млн. т. Несмотря на различие в горнотехнических условиях разработки, оба разреза находятся в сходных производственно-экономических условиях, обусловленных двумя группами факторов: производственно-технические проблемы, проблемы сбыта продукции.

Анализ обеих групп факторов показал, что производственно-технические проблемы обусловлены прежде всего: отсутствием инвестиций для поддержания и модернизации производства, дезорганизацией функционирования инфраструктуры. Угли не обога-

щаются, используются для производства электроэнергии и бытовых нужд населения. Для создания избыточного угольного производства и повышения эффективности и конкурентоспособности предприятий следует предусмотреть: снижение издержек по всем технологическим звеньям производства, ускорение технического перевооружения предприятий, улучшение потребительских свойств угля и формирование конкурентной среды на рынке угля.

Увеличение добычи угля в настоящее время зависит от спроса на данную продукцию, так как неполное использование производственных мощностей углеразрез Карагандинской области объясняется упавшим спросом на его продукцию.

Таким образом, с учетом опыта реструктуризации в странах мирового сообщества, включая страны бывшего социалистического лагеря, продолжая уже начатый в Казахстане процесс реструктуризации, в производственной сфере следует провести следующие мероприятия: ликвидация неперспективных и убыточных предприятий, углубление процесса преобразования форм собственности, создание угольного производства на основе перспективных предприятий, концентрация и повышение технического уровня производства, улучшение его технико-экономических показателей, разработка месторождений с наиболее благоприятными горногеологическими условиями и увеличение доли добычи угля открытым способом, формирование конкурентоспособных угольных предприятий, обеспечивающих самофинансирование в длительной перспективе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алимбаев А.А. Эффективность использования топливно-энергетических ресурсов Казахстана. Алма-Ата: Наука, 1986. 158 с.
2. Ахметжанов Б. Реструктуризация промышленности Казахстана в условиях перехода к рынку: методология и проблемы. Алматы: Гылым, 1998. 253 с.
3. Клякин В.В. Перспективы развития угольной промышленности Республики Казахстан, инвестиции и их роль в дальнейшей модернизации угольных предприятий // Уголь. 1998. № 2. С. 13–15.
4. Перзадаев М.А., Квон С.С., Роот Э.Г. Угольные ресурсы Казахстана и основные направления их разработки и использования. Караганда, 1997.
5. Хасенова Р.Г. Анализ динамики потребления угольной продукции и проблемы формирования рынка угля в Республике Казахстан // Регион: социально-экономические аспекты реформирования. Алматы: Гылым, 1997. С. 176–180.
6. Энергетическая программа Республики Казахстан на перспективу до 2010 года. НИИЭРО, 1990.

УДК 622.831
Г.И. САМАРЦЕВ

Прогнозирование участков потери устойчивости обнаженного породного контура

Проведение подземных выработок вызывает изменения напряженного состояния, деформационных и прочностных свойств горного массива на участках, прилегающих к контуру выработки. Для прогнозирования смещений породного контура и обрушений структурных блоков в выработку с потерей ее рабочего состояния производят предварительную оценку «устойчивости» горного массива. Эта оценка основывается на математических моделях и эмпирических методах, учитывающих реальные условия и свойства горного массива и позволяющих определить степень устойчивости приконтурного массива в пределах зон

неупругих деформаций, к которым относят пластические и вязкопластические деформации и хрупкое разрушение.

В одной из теорий прочности при оценке устойчивости приконтурного массива используется сопоставление прочностных свойств горных пород, в которых пройдена выработка, и величин действующих напряжений. Концентрация напряжений в приконтурном массиве приводит к пластичным деформациям с последующими хрупкими разрушениями при превышении предела прочности пород (σ_H) величины напряжений (σ).

В качестве одной из форм потери устойчивости обнаженного незакрепленного породного контура, с которой собственно и начинается процесс видимого разрушения последнего, выделяют вывал участка горного массива из кровли и боков выработки. Наличие нескольких чередующихся в течение определенного временного отрезка вывалов образует процесс вывалообразования, который в свою очередь является неотъемлемой составной частью формирования над выработанным пространством свода естественного равновесия. По интенсивности, форме и размерам вывалов можно судить о характере смещений и деформаций породного контура, а при наличии крепи — о причинах давления на нее.

Под вывалом понимается разрушение породного контура в виде отделения участков массива с последующим обрушением вследствие превышения сопротивлению отрыва под действием собственного веса структурного блока. На потери устойчивости приконтурного массива в виде вывалов из кровли и боков основан один из эмпирических методов оценки устойчивости горной выработки, не имеющий строго математического решения.

Интенсивность развития процесса вывалообразования в значительной степени зависит от действующих напряжений строения, степени трещиноватости и пластических свойств массива горных пород, в котором проведена выработка. Вероятность вывалообразования увеличивается в сильнотрещиноватых породах в зависимости от ориентировки поверхностей структурных неоднородностей и естественных трещин, образующих структурные блоки. При этом наиболее вероятно образование вывала при действии на структурный блок растягивающих напряжений $\sigma_3 < 0$, $\sigma_2 < 0$ и $\sigma_1 = 0$, где $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ — главные напряжения, а σ_1 — вертикальная компонента поля напряжений.

Другой случай вывала возможен в результате действия на структурный блок сжимающих напряжений $\sigma_3 < 0$, $\sigma_2 < 0$, $\sigma_1 = 0$, когда происходит выдавливание структурного блока. Этот процесс в сочетании с влиянием собственного веса блока приводит к образованию вывала. Более вероятно вывалообразование при действии на структурный блок по направлению одной из компонент поля напряжения растягивающих напряжений. А по другой компоненте напряжений — сжимающих напряжений при сочетании $\sigma_3 < 0$ и $\sigma_2 > 0$ или $\sigma_3 > 0$ и $\sigma_2 < 0$, так как в этом случае выдавливание структурного блока в сочетании с действием его собственного веса более вероятно. При этом если $\sigma_1 > 0$, то вероятность вывалообразования велика. В этом случае для преодоления сил трения по боковым граням структурного блока потребуется меньше усилий, чем при действии сжимающих напряжений $\sigma_3 > 0$ и $\sigma_2 > 0$. В слабых породах с глинистыми включениями, обладающими повышенной пластичностью, процесс вывалообразования одинаково возможен при $\sigma_3 > 0$, $\sigma_2 > 0$ или $\sigma_3 < 0$, $\sigma_2 < 0$.

Реализация соотношения $\sigma_H < \sigma$ по всему породному контуру возможна как частный случай, так как только в отдельных его точках возникает концентрация напряжений, обусловленная формой выработки. В выработках, пройденных в породах устойчивых и

средней устойчивости, образование единичного вывала не приводит к развитию процесса вывалообразования на всем их протяжении. Тогда как в выработках, пройденных в неустойчивых породах, если не принять своевременных и соответствующих мер по поддержанию породного контура может быть потеряно рабочее состояние на значительном протяжении из-за регулярных вывалов. При этом количество и размеры вывалов находятся в прямой зависимости как от прочностных, структурных свойств горного массива и величины горного давления, так и от обводненности выработки и сопротивления, применяемых видов крепи.

В целом, как показывает практика одиночные вывалы участков массива, являясь наиболее распространенной из видимых форм реализаций геомеханических процессов, при принятии своевременных технологических мер не оказывают существенного влияния на экономическую эффективность и эксплуатационные свойства горной выработки. В этой связи представляют интерес взаимосвязи реализации механических процессов в виде вывалов с видом и типом применяемой крепи, конструкция которых должна гарантированно обеспечивать сохранение эксплуатационных свойств выработки и выбирается с учетом результатов изучения закономерности процессов формирования ожидаемой нагрузки от вывала на крепь. При определении ожидаемой нагрузки на крепь от веса вывала породы, зависящей от площади последнего и объемного веса породы, место вывала определяется величиной угла β^* (рисунок), отсчитываемой от горизонтальной линии и изменяющегося от 0° до $\pm 90^\circ$.

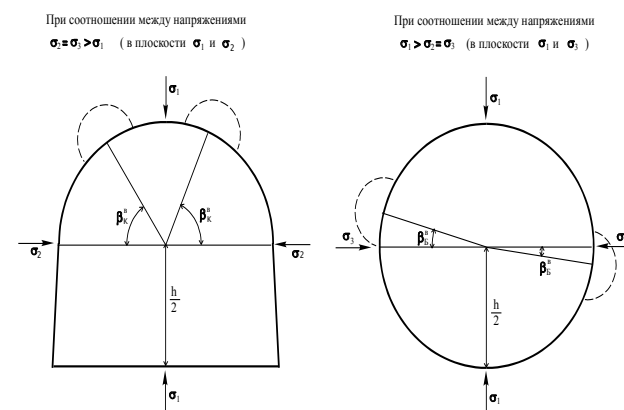


Схема определения возможных локальных вывалов породных блоков из незакрепленного контура горной выработки

При определении механизма процесса деформации и обрушений приконтурного массива породных обнажений в незакрепленной горной выработке исходят из основных методов механики сплошных сред.

Единой теории или метода, позволяющего получить модель, учитывающего основные факторы, и установить характер процесса деформаций обрушений, до настоящего времени нет. Это объясняется большим разнообразием механических свойств горных пород в ненарушенном горном массиве, но в большей степени в массиве, испытывающем влияние горных работ, напряженно-деформированное состоя-

ние которых существенно уменьшилось от исходного. При разработке математического аппарата методов расчета очень трудно учитывать изменения напряженно-деформированного состояния горного массива. Кроме этого, при ведении горных работ для массива пород характерна анизотропность свойств, дискретность и временная нелинейность происходящих деформационных процессов. Поэтому в качестве предмета изучения выбирают приближенную к фактическому массиву горных пород модель, а используемые расчетные схемы получают с учетом реальных условий и особенностей геологических процессов для конкретных геологических и технологических условий разработки определенного месторождения полезных ископаемых. Очевидно, что в этом случае значительная часть свойств и особенностей массива горных пород представляется в приближенном и обобщенном виде и их влияние учитывается через эмпирические коэффициенты.

При проведении выработки в квазиизотропном массиве (с горизонтальным напластованием пород) с соотношением между исходными главными напряжениями вида $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$ участок ожидаемого вывала из породного контура определяется величиной угла β^a , вычисляемого по формуле [1]

$$\beta^a = 45^\circ - 0,5 \arcsin \left(\sin \rho' + \frac{\hat{E}'}{\gamma \hat{I}} \cos \rho' \right), \quad (1)$$

где K' и ρ' — значение сцепления и угла внутреннего трения контакта слоев горных пород.

Формула (1) получена при хрупком характере процесса разрушения в виде образования и развития трещины на контактах описываемого условием следующего вида:

$$\tau_{xy} \geq \sigma_y \tan \rho' + c',$$

где τ_{xy} — действующее касательное напряжение в

$$\text{плоскости } xy, \tau_{xy} = \gamma H \frac{\sin 2\beta}{a^2};$$

β — полярный угол, градус;

α — полупролет (радиус) выработки, м;

σ_y — одно из главных напряжений, Па,

$$\sigma_y = \gamma H \left(1 + \frac{\cos 2\beta}{a^2} \right).$$

В естественном природном состоянии при неравнокомпонентном поле напряжения возможны различные сочетания соотношений между σ_1 , σ_2 , σ_3 .

Как показывает практика, при $\sigma_1 > \sigma_2 = \sigma_3$ наиболее вероятны вывалы из боков обнаженного породного контура выработки, центры которых определяются углами β_A^a (см. рис.) по формуле

$$\beta_A^a = 45^\circ - \left[\rho' + \arctg \left(K_I \sin \rho' + \frac{K'}{\lambda \gamma H} \cos \rho' \right) \right], \quad (2)$$

где K_I — коэффициент прочности, $K_I = \frac{\sigma'_{не}}{\sigma'_D}$;

$\sigma'_{не}$ и σ'_D — соответственно пределы прочности на одноосное сжатие и растяжение контакта, Па.

При соотношении главных напряжений следующего вида:

$$\sigma_2 = \sigma_3 > \sigma_1,$$

т.е. превышении горизонтально действующих главных напряжений вертикального деформирования породного контура горной выработки происходит, как правило, в первую очередь в кровле и почве. Поэтому центр вывала из кровли определяется по величине угла β_A^a , вычисляемого по формуле

$$\beta_E^a = 45^\circ + \rho' + \arctg \left(K_I \sin \rho' + \frac{K'}{\gamma H} \cos \rho' \right). \quad (3)$$

Получаемые по формулам (2) и (3) значения углов позволяют заранее определять участки контура незакрепленной горной выработки, в которых возможны критические деформации горного массива с обрушением пород. Это в свою очередь позволит заранее предусмотреть соответствующий вид крепи, использование которого обеспечит эксплуатацию горной выработки в течение длительного, а может быть, и всего предусмотренного технологией срока без дополнительных затрат на ремонт и поддержание.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баклашов И.В., Картозия Б.А. Механика подземных сооружений и конструкции крепей. М.: Недра, 1992. 543 с.

УДК 622.1

Ф.К. НИЗАМЕТДИНОВ
Т. КОНЫСБАЕВ
А.А. МАЛАХОВ

Способ съемки горных выработок с использованием лазерной рулетки

В практике маркшейдерской службы при съемках положений горных выработок на шахтах и карьерах часто приходится производить различного рода линейные измерения. Линейные измерения осуществляются рулетками различной длины полотна и материала, нитяными дальномерами, реже светодальномерами или косвенными способами. Особенно трудно производить измерения расстояний в шахтных условиях при съемке больших размеров камер, очистных

забоев, глубин скважин. При этом дополнительно приходится использовать рабочего маркшейдерской службы.

Зарубежной фирмой *Leica* начат массовый выпуск лазерных рулеток типа *DISTO*. Измерение расстояния происходит с помощью сигнала, который отражается от объекта и возвращается к рулетке (приемнику) по лазерному лучу. Диапазон измерения расстояния колеблется от 0,3 до 100 м. Точность измерения расстояния

аний составляет $\pm 3-5$ мм. Время измерения одного интервала — 4 сек. Габариты рулетки: длина — 172 мм, ширина — 66 мм, высота — 42 мм.

С целью повышения безопасности, эффективности и качества съемочных работ (съемок) очистных забоев при разработке месторождений полезных ископаемых подземным и открытым способами предлагается вместе с угломерными приборами (угломерами и теодолитами) использовать лазерную рулетку. Для этого нами разработана специальная конструкция крепления лазерной рулетки к зрительной трубе углоизмерительного прибора.

Это позволяет при определении параметров горных выработок выполнять теодолитно-полигонометрические ходы и тахеометрическую съемку с радиусом видимости до 100 м, а также снимать недоступные или малодоступные участки горных выработок. При этом размеры отдельных геометрических параметров горных выработок очистных забоев определяются непосредственным (сразу) или косвенным способом.

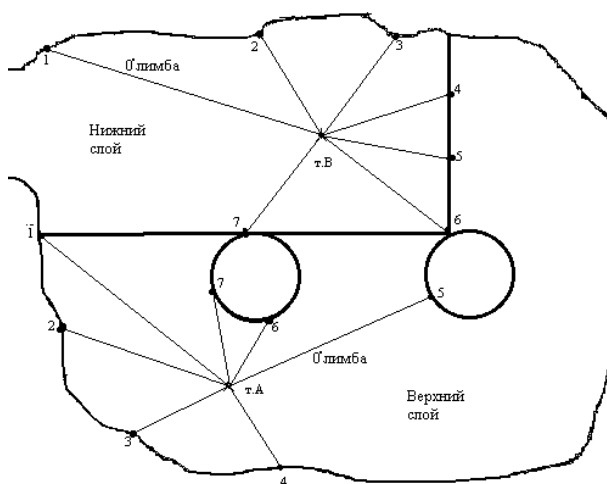


Рис. 1. Съемка очистного забоя

Для примера приведем съемку некоторых положений горных выработок. На рис. 1 изображена съемка положения очистного забоя при панельно-столбовой системе разработки Жезказганского месторождения, где ведется послойная выемка рудного тела. Так, в плане положение забоя определяется полярным способом путем измерения углов — теодолитом, а расстояния — лазерной рулеткой.

При этом высота очистного забоя (рис. 2) может определяться двумя путями. Первый — непосредственным измерением расстояния на точке стояния теодолита ($H = i + d$), второй, косвенным — определением расстояний от точки стояния теодолита до верхней, средней и нижней точек забоя с использованием одной из функций лазерной рулетки — сразу давать на табло значение высоты забоя (H). Следует отметить, что при этом виде съемки нет необходимости иметь рабочего маркшейдерской службы, который при обычной съемке ходит вдоль забоя, подвергая себя опасности.

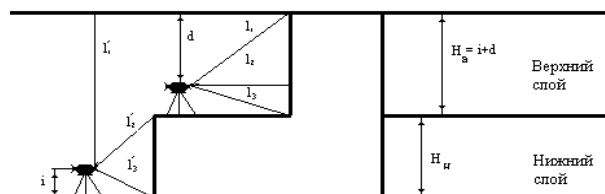


Рис. 2. Определение высоты забоя

На рис.3 показан случай съемки поперечного сечения горной выработки с помощью теодолита и лазерной рулетки.

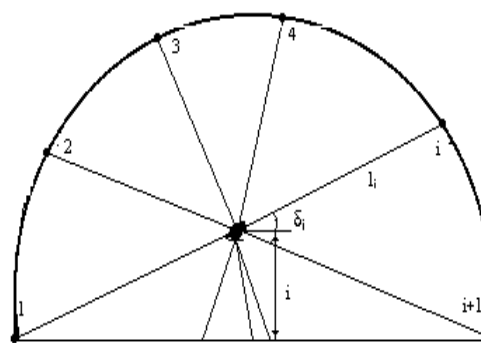


Рис. 3

Применение лазерной рулетки в комплекте с углоизмерительными приборами может быть еще шире: при съемке околостольных дворов больших размеров, задании направления, определении длины подвигания забоев горных выработок, замере глубины скважины, съемке профиля откоса уступов и поверхностей ослабления на карьерах.

УДК 65.016.7:622.012 (100.2)

С.С. КВОН
Э.Г. РООТ
А.А. КАЗНАЧЕВА

Анализ мирового опыта реструктуризации угольной промышленности

Характерной чертой угледобывающих стран мирового сообщества в настоящее время является реструктуризация угольных отраслей, причинами которых являются:

- падение спроса на уголь и изменение ситуации на мировых рынках энергоресурсов;
- необходимость перехода к высокопроизводительным технологиям труда с более высоким уровнем

автоматизации и механизации работ, большей экологической чистотой добычи угля;

- переход ряда стран от плановой к рыночной экономике и соответственно необходимость осуществления мероприятий по повышению эффективности работы угледобывающих предприятий и конкурентоспособности угля как одного из ряда взаимозаменяемых энергоносителей в новых условиях хозяй-

ствования.

Цели реструктуризации в разных странах различны. Для ведущих угледобывающих стран мира это — наращивание объемов добычи (КНР, Индия, США, Австралия, ЮАР). Эти страны имеют большие запасы угля с благоприятными условиями разработки. Для стран с развитой рыночной экономикой это — освобождение рыночной отрасли от убыточных предприятий, а также от предприятий, работающих в неблагоприятных или опасных условиях, что вызывает повышенный травматизм и отрицательные социальные последствия.

За годы реструктуризации (15–20 лет) в угольной промышленности США произошли значительные структурные изменения. Более 3000 мелких предприятий были закрыты или объединены. Доля открытой разработки возросла с 44 до 59% к общему объему добычи угля. В 1992 году на долю 39 крупных компаний приходилось 74,9 общей добычи угля в стране, в том числе 15 ведущих компаний обеспечили объем добычи 440,7 млн. т (48,7%) против 38,6% в 1981 году. В настоящее время в стране действует около 3700 угольных предприятий, принадлежащих большому числу частных компаний. Объем добычи увеличился с 370 млн. т в 1960 году до 1 млрд. т в настоящее время. Уровень занятости в отрасли сократился при этом с 230 тыс. до 110 тыс. человек. Средние затраты производства уменьшились примерно до 20 долл. за 1 т. Низкий уровень затрат на добычу угля позволяет США экспортировать до 13 % от ежегодного объема добычи. В структуре спроса на основные энергоносители на внутреннем рынке энергетических ресурсов уголь занимает 23%.

Австралия добывает 207 млн. т в год на 120 угольных предприятиях (70 шахт и 50 разрезов). Наиболее крупные месторождения угля сосредоточены в шахтах Новый Южный Уэльс (94,4 млн. т в год) и Куинсленд (101,2 млн. т в год). Система собственности угольных компаний отличается многообразием и включает: частную собственность, акционерную собственность, государственную собственность. Иностранные инвесторы владеют полностью или частично 40% угольных компаний, на долю которых приходится около 75% добычи каменного угля. На долю компаний, контролируемых государственным органом управления, в ведении которого находятся электростанции, приходится вся добыча бурого и 16% добычи каменного угля.

Австралия среди ряда других развитых стран стоит на первом месте по использованию угля для производства первичной энергии: здесь на основе угля производится более 2/3 всей первичной энергии. Она является наиболее крупным мировым экспортером угля (около 150 млн. т в год). Развитие австралийской угольной промышленности имеет свою специфику. Она заключается в постоянном обновлении и расширении железнодорожного транспорта, угольных терминалов и грузовых портов в соответствии с нарастающим объемом экспорта австралийских углей, которые являются конкурентоспособными во многих топливодефицитных регионах мира.

В Китайской Народной Республике добыча угля ежегодно составляет более 1 млрд. т. Угольная про-

мышленность Китая активно развивается и реконструируется. Общее число действующих угольных предприятий превышает несколько десятков тысяч, а темпы роста добычи углей на протяжении последних 10 лет остаются стабильными, составляя в среднем 4,46% в год. Уголь занимает в структуре потребления топлива в Китае ведущее место — 75%. За ним идут нефть — 18%, гидроэлектроэнергия — 5%, газ и др. — 2%.

Концепция построения социалистической рыночной экономики основана на «Стратегии трех этапов», в которой предусматривается удвоение производства валового национального продукта за период 1990–2000 гг. и повторное его удвоение до 2050 года. Первоочередное внимание в связи с этим уделяется развитию угольной промышленности страны, ее формированию и скорейшей адаптации к новой национальной рыночной экономике.

Промышленные запасы угля оцениваются примерно в 240 млрд. т, из них 100 млрд. т на месторождении Датун (север КНР). Каменные угли, обычно высокого качества, также известны на месторождениях Фусинь, Хэган, Тяньсинь и Фушунь, где мощность пласта достигает 100 м. В 80-е годы было открыто несколько месторождений — Шеньму с коксующимися углями и Юньань с энергетическими углями, слагающими пласты мощностью 10–20 м, а также Джаотун, где мощность угольной свиты достигает 190 м. Почти вся добыча угля в Китае идет на внутреннее потребление. Влияние КНР на мировом рынке угля незначительно.

В ЮАР за последние 15 лет добыча угля возросла с 140 до 230 млн. т. Все угли обогащаются. Объем товарного угля превышает 180 млн. т (из них более 51 млн. т идет на экспорт). На нужды электроэнергетики потребляется почти 56%. Значительная часть угля (более 40 млн. т) идет на производство синтетических углеводородов (жидкого топлива), небольшое количество — на производство бытового газа. Запасы угля сосредоточены в 19 месторождениях, из них 85% извлекаемого угля приходится на Трансвааль.

Численность трудящихся, несмотря на рост добычи угля, в последние годы заметно сокращается. Уровень производительности труда очень высокий — 4350 т/чел. в год. Улучшение показателей работы на шахтах достигается за счет повышения уровня механизации работ, улучшения организации производства и труда. Товарный уголь отличается высоким качеством вследствие низкого природного содержания серы и обогащения его в полном объеме, поэтому находит устойчивый сбыт, особенно в Европе, как энергетическое топливо для ТЭС. Основные факторы успешной работы угольной отрасли этой страны, по существу, аналогичны США; важный дополнительный фактор — это дешевая рабочая сила, особенно на вспомогательных и сопряженных с основной работами.

В Индии к 2007 году предполагается увеличение потребности в добыче угля на 250 млн. т в год при настоящем потреблении первичных энергоисточников 195 млн. т угольного эквивалента, из которых 57% обеспечивается за счет угля.

В Западной Европе по объемам добычи угля ведущее место занимают Германия, Великобритания,

Испания. Предполагается, что добыча каменного угля в странах Западной Европы снизится до 50 млн. т угля в год по сравнению со 160 млн. т в 1993 году; в период с 1960 по 1992 годы объем добычи сократился с 600 до 344 млн. т, то есть почти в 1,8 раза.

В отдельных странах (Франция, Великобритания, Бельгия) важной целью реструктуризации был взятый ими курс на сокращение добычи угля в связи с истощением запасов, пригодных для эффективной разработки и переход на более широкое использование других энергоносителей (газ, нефть, атомная энергия). В настоящее время полностью закрыты угольные предприятия в Голландии и Португалии, продолжается закрытие шахт и разрезов во Франции, Великобритании, Германии, Испании. При этом закрытие шахт и разрезов проводится с резким сокращением добычи угля, что ведет к его импорту и поиску других энергоносителей (газ, нефть, атомная энергия).

В Великобритании основными потребителями угля являются предприятия электро- и теплоэнергетики, доля которых в общем объеме потребления угля достигает 75%. С начала 60-х годов добыча угля в стране сократилась с 200 до 60 млн. т в 1995 году. За этот же период количество занятых работников в угольной промышленности снизилось примерно с 490000 до 30000 человек. Производительность труда при этом выросла с 410 до 2000 т на человека в год.

В Германии основными потребителями угля являются электроэнергетика и теплоснабжение, куда направляется 70% произведенной в стране угольной продукции. Электростанции, работающие на угле, являются основными производителями электроэнергии (почти 60%). За ними идут атомные электростанции (28%). Германия традиционно занимает второе место в Западной Европе по добыче антрацита (вслед за Великобританией). Однако роль угля в стране снижается как в абсолютном, так и в относительном выражении. В 1973 году уголь составлял 41% энергетического баланса страны, а в 1991 году только 33% (нефть — 38%, природный газ — 17% и атомная энергия — 11%). С начала 60-х годов по 1993 год добыча каменного угля снизилась со 140 до 65 млн. т в год. Количество работающих в отрасли сократилось примерно с 400000 до 90000 человек (4% в год), производительность труда

при этом повысилась с 360 до 780 т на человека в год. Число предприятий сократилось со 139 до 17.

Во Франции уголь сегодня играет относительно небольшую роль в ее энергетическом балансе (8–9% электроэнергии). Для электроэнергетики Франции решающее значение имеет атомная энергетика, которая обеспечивает 75% общего объема производства электроэнергии. Эта страна имеет меньшие запасы угля в недрах и соответственно меньше его добывает. Существенную роль в снижении добычи играют сложные горно-геологические условия залегания угольных пластов.

В Испании реструктуризация угольной отрасли направлена на стабилизацию работы государственных предприятий, добывающих уголь с относительно невысокой себестоимостью, и на закрытие шахт, добывающих низкокачественные угли, не выдерживающие конкуренции с импортными и другими энергоносителями. Уголь, добываемый в стране, используется в основном для производства электроэнергии, однако его доля существенно ниже, чем в других странах Европы — 16%, из них 7% приходится на долю импортируемого угля. Темпы сокращения рабочих мест на угледобывающих предприятиях весьма высоки — более 11% в год. Всего только за 1988–1990 гг. сокращено более 13,2 тыс. чел., что составляет 34% от общего количества рабочих в угольной промышленности Испании.

Как видно из краткого обзора реструктуризации угольной отрасли, условия функционирования предприятий угольной промышленности каждой из угледобывающих стран имеют свои специфические особенности, обусловленные уровнем социально-экономического развития государств; степенью обеспеченности энергоресурсами и политикой энергопотребления; формами собственности; методами и формами государственного воздействия. В целом же из опыта реструктуризации угольных отраслей различных стран целесообразно учесть конкретные направления повышения технического уровня отрасли, диверсификации производства и социальной защиты шахтеров, улучшения экологической обстановки и трансформации системы управления и форм собственности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гаркавенко Н.Н. Некоторые вопросы организации рыночных отношений в угольной промышленности европейских угледобывающих стран / ЦНИЭИуголь, обзорная информация. 1991. Вып. 21. С. 58.
2. Гаркавенко Н.Н., Грибин Ю.Г. Опыт организации управления, планирования и материального стимулирования труда в Германии / ЦНИЭИуголь, обзорная информация. 1992. Вып. 1. С. 58.
3. Реструктуризация в угледобывающих регионах стран-членов ЕЭС на примере Великобритании // Состояние и развитие угольной промышленности зарубежных стран / ЦНИЭИуголь. 1994. Вып. 3, 4.
4. Угольная промышленность Австралии в 1992 г. // Изобретения и нововведения в угольной промышленности / ЦНИЭИуголь. 1993. Вып. 11, 12.
5. Угольная промышленность Испании // Уголь. 1995. № 1.
6. Угольная промышленность КНР // Изобретения и нововведения в угольной промышленности / ЦНИЭИуголь. 1993. Вып. 11, 12.
7. Угольная промышленность США в цифрах // Состояние и развитие угольной промышленности зарубежных стран / ЦНИЭИуголь. 1994. Вып. 7, 8.
8. Угольная промышленность Франции // Уголь. 1995. № 8.

УДК 622.27

Б.А. ЖАУТИКОВ
А.Д. ТУЛЕГУЛОВ
В.В. ЛИХАЧЕВ
Ф.Н. БУЛАТБАЕВ
А.А. АЙКЕЕВА

Анализ работы системы управления подъемными машинами

При эксплуатации шахтных подъемных установок, работающих в различных режимах, одной из сложных является задача оперативного и эффективно-го управления движением подъемного сосуда в стволе. Сам по себе процесс движения подъемного сосуда описывается сложными законами, поэтому возможны аварийные ситуации, такие как превышение допустимой скорости перемещения подъемного сосуда или обрыв канатов. Это дает повод для поиска причин аварий в работе подъемных установок в несоответствии уровня автоматизации процессов современным требованиям [1]. Подъемные машины относятся к установкам циклического действия и используют в работе реверсивный электропривод. Реверсивный электропривод, работающий в интенсивном повторно-кратковременном режиме, существенно влияет на производительность установки, нагрузку электрических машин и трансмиссию, энергетические и другие показатели его работы. Для обеспечения требуемых показателей необходимо иметь такую систему управления, которая обеспечивала бы необходимый закон изменения скорости в функции перемещения сосуда с грузом. С этой целью применяются специальные программные устройства, задающие требуемую скорость движения сосуда с грузом в функции пути. Возможна стабилизация величины ускорения или замедления в период пуска или торможения. Приведем краткий обзор применявшихся систем управления подъемными установками.

На рис. 1 приведена принципиальная схема электрического ограничителя скорости. Тахогенератор ТГ вращается от вала подъемной машины, напряжение на его зажимах пропорционально скорости подъема. В цепи якоря тахогенератора ТГ имеются два регулируемых сопротивления СВ и СН, включаемые при помощи одного из контактов (ПНВ — ход вперед и ПНН — ход назад) переключателя направления вращения. Подвижные контакты сопротивлений связаны с ретардирующим устройством.

Последовательно с этими сопротивлениями включены катушки токовых реле РОС и РЛС. Параллельно якорю ТГ включено реле напряжения РН для контроля исправности тахогенератора. Контакты реле РОС, РЛС и РН включены в цепь защиты, т.е. в цепь катушки контактора предохранительного тормоза КТП. При нормальной работе контакты РЛС, РОС и РН замкнуты, катушка КТП обтекается током, контакты КТП замыкают цепь тормозного магнита. Если скорость подъема превысит нормальную на 15%, реле РОС сработает и его контакт разомкнет цепь катушки КТП, сработает предохранительный тормоз и машина останавливается.

При приближении подъемного сосуда к приемной

площадке машинист снижает скорость, одновременно ролик находит на прилив диска ретардирующего устройства и ползунок сопротивления перемещается в сторону уменьшения величины сопротивления СВ или СН. В связи с этим сохраняется контроль скорости и в период замедленного движения. Если машинист не будет снижать скорость в соответствии с заданной диаграммой скорости, контакт РОС разомкнет цепь защиты (катушка КТП) и машина останавливается. При неисправности тахогенератора реле РН отключает катушку КТП, машина останавливается. Для того чтобы цепь защиты не разрывалась во время паузы, контакт РН шунтируется контактом К, который замкнут при нулевом (среднем) положении рычага управления.

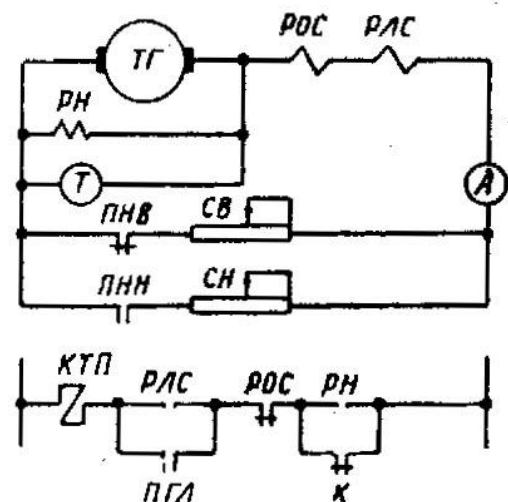


Рис. 1. Принципиальная схема электрического ограничителя скорости

Реле РЛС служит для контроля скорости при подъеме и спуске людей, так как в этом случае допустимая скорость будет меньше. Во время подъема груза контакт РЛС шунтирован ручным переключателем ПГЛ, установленным на верхней приемной площадке. По показанию электрического тахометра Т можно судить о фактической скорости, а по показанию амперметра А с двухсторонней шкалой — о направлении вращения машины и скоростном режиме. При соблюдении заданной диаграммы скорости показания амперметра в период замедления должны быть такими же, как и во время равномерного движения, при увеличении показания амперметра машинист должен снизить скорость.

Недостатком ограничителей скорости является то, что при нарушении скоростного режима они не регулируют скорость, а отключают машину. У регуляторов хода отсутствуют недостатки ограничителей ско-

рости, так как они контролируют действительную скорость подъема, сравнивают ее с заданной и вносят корректировку, т.е. автоматически регулируют скорость, не останавливая машины.

Регуляторы хода изготавливают с электромашинными и каскадными усилителями. На рис.2 приведена принципиальная схема регулятора хода с электромашинным усилителем для привода с асинхронным двигателем [2].

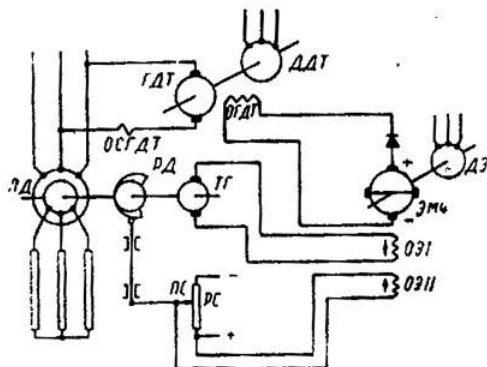


Рис. 2. Принципиальная схема регулятора хода с ЭМУ

Звеном, контролирующим фактическую скорость, является тахогенератор ТГ, приводимый во вращение от подъемного двигателя ПД. Звеном, контролирующим заданную скорость в зависимости от положения подъемного сосуда, служит потенциометр РС, ползунок которого связан с помощью профилированного диска РД с указателем глубины. Определенному положению сосуда соответствует определенное напряжение на обмотке электромашинного усилителя ОЭП, которая включена через потенциометр РС. Обмотка усилителя ОЭП подключена к зажимам тахогенератора. Обмотки ОЭП и ОЭИ включены так, что ток от тахогенератора ТГ и потенциометра РС создает противоположно направленные магнитные потоки. При равенстве фактической и заданных скоростей магнитные потоки в обмотках взаимно уничтожаются и усилитель ЭМУ не возбуждается. При нарушении указанного равновесия в обмотке якоря усилителя появляется напряжение, изменяется ток в обмотке возбуждения генератора динамического возбуждения ОГДТ, изменяется ток динамического торможения, т.е. тормозной момент, и происходит автоматическое регулирование скорости подъема.

Каждая подъемная установка имеет предохранительную цепь, с помощью которой осуществляется воздействие на предохранительный тормоз и остановка машины при нарушении нормального режима работы. Результатом неисправности отдельных элементов подъемной установки или неправильных действий обслуживающего персонала может стать аварийная ситуация, если не будет включено предохранительное торможение. Аварийная ситуация характеризуется некоторой вероятностью q_i появления в течение некоторого времени работы подъемной установки.

Если отсутствуют соответствующий аппарат защиты, то аварийная ситуация приводит к аварии. Авария характеризуется некоторой вероятностью Q_i возникновения за определенный промежуток времени.

При отсутствии на подъемной установке соответствующего аппарата защиты вероятность аварии равна вероятности возникновения аварийной ситуации:

$$Q_i = q_i. \quad (1)$$

При наличии аппарата защиты авария представляет собой сложное случайное событие, состоящее в совпадении аварийной ситуации и отказа аппарата защиты a_i, b_i . Авария представляет собой конъюнкцию двух событий:

$$A_i = a_i \wedge b_i, \quad (2)$$

а вероятность аварии определяется произведением вероятностей логических сомножителей:

$$Q_i = q_i \cdot q_{3,i}, \quad (3)$$

где $q_{3,i}$ — вероятность отказа аппарата защиты.

На рис. 3 изображена логическая модель возникновения аварии на любой из n причин, на которой обозначены: $a_1; a_2; \dots a_n$ события, состоящие в появлении 1, 2, ... n -й аварийных ситуаций, $b_1; b_2; \dots b_n$ — события, состоящие в отказе аппаратов защиты, реагирующих на возникновение 1, 2, ... n -й аварийных ситуаций; C — событие, состоящее в отказе предохранительного тормоза.

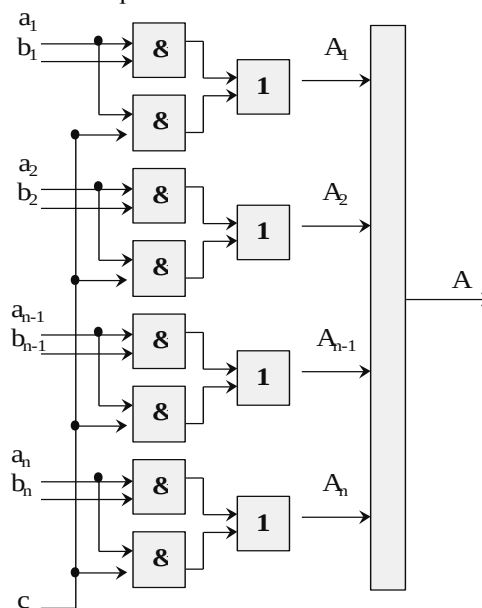


Рис. 3. Логическая модель возникновения аварии

Эта модель отражает положение о том, что при совпадении любой аварийной ситуации с отказом предохранительного тормоза C , авария A_i неизбежна даже при исправном аппарате защиты $b_i = 0$. A — событие, состоящее в возникновении аварии независимо от исходной причины.

Функция, описывающая эту модель, имеет вид:

$$A = \bigcup_{i=1}^n A_i = \bigcup_{i=1}^n (a_i \wedge b_i + a_i \wedge c) = \bigcup_{i=1}^n (a_i \wedge b_i) + c \bigcup_{i=1}^n a_i. \quad (4)$$

Выражение для вероятности события A можно записать в соответствии с (4)

$$Q = \sum_{i=1}^n q_i \cdot q_{3,i} + q_{Tn} \sum_{i=1}^n q_i, \quad (5)$$

где q_i , $q_{3,i}$ — вероятность появления события a_i и b_i , соответственно;

q_{Tn} — вероятность появления события C .

Если считать все аппараты защиты равнонадежными ($q_{3,1} = q_{3,2} = \dots = q_{3,n} = q_3$), а интенсивность суммарного тока возникновения аварийных ситуаций $a_1; a_2; \dots a_n$ обозначить $\lambda_{a,c}$, то получим выражение (5) в следующем виде:

$$Q = \sum_{i=1}^n \frac{q_i}{z} + q_{Tn} \sum_{i=1}^n q_i = Q_A + Q_{Tn}, \quad (6)$$

$$Q_A = \sum_{i=1}^n \frac{q_i}{z} = \lambda_{a,c} \frac{t}{z}, \quad (7)$$

где Q_A , Q_{Tn} — вероятность аварии из-за отказа аппаратов и из-за отказа предохранительного тормоза соответственно.

Будем считать эксплуатацию подъемной установки безопасной, если:

$$Q \leq Q_{\text{дп}},$$

где $Q_{\text{дп}}$ — допустимое значение вероятности на подъемной установке.

На основании изложенного двухканальная с взаимным контролем структура принята за основу при создании современных аппаратов защиты подъемных установок.

Таким образом, сделав анализ, можно предположить наиболее приоритетное направление в развитии систем управления подъемными машинами на современном этапе. Таковым является применение микропроцессорной техники на базе современных микропроцессоров [4]. Применение микропроцессорной техники позволит повысить надежность работы под-

ъемных машин, оперативность выполнения всех действий, даст возможность непрерывного контроля за всеми процессами работы подъемных машин. Вся необходимая информация поступает на входы микропроцессора и после преобразования передается на ЭВМ, где после соответствующей обработки приводит к выдаче исполнительных рекомендаций.

Главная особенность именно такой обработки информации заключается в том, что в отличие от машиниста ЭВМ способна обрабатывать одновременно и с огромной скоростью всю поступающую информацию и согласно заложенному алгоритму выдаст наиболее достоверную рекомендацию. Это позволит полностью исключить так называемый «человеческий фактор» или, проще говоря, ошибку машиниста. Работа подъемных машин на всех стадиях будет контролироваться датчиками, дающими достаточную информацию о характере процессов, протекающих в подъемных машинах. Более того, появляется возможность прогнозировать те или иные ситуации и предлагаются варианты выхода из тех или иных нестандартных ситуаций.

При проектировании микропроцессоров необходимо учитывать статистические данные о наиболее вероятных нарушениях в работе подъемных машин и их количественные показатели. Предполагается заложить в работу микропроцессоров алгоритмы поиска неисправностей по тем или иным признакам, тем самым прогнозировать вероятность выхода из строя того или иного узла подъемной установки.

Подъемные установки являются одним из звеньев в процессе добычи полезных ископаемых, поэтому даже незначительный сбой приводит к нарушению нормального режима работы вплоть до полной остановки производства, что влечет за собой экономические потери.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Егоршин В.В., Егоров П.В., Рыжков Ю.А. Новое направление разработки наклонных и крутых пластов // Горный журнал, 2000. № 5.
2. Волотковский С.А., Троп А.Е., Блажкин А.И. Основы электропривода и автоматики. М.: Госэнергоиздат, 1977.
3. Малиновский А.К. Автоматизированный электропривод машин и установок шахт и рудников. М.: Недра, 1987.
4. Новаченко И.В., Юровский А.В. Микропроцессоры. Устройство и назначение. М.: Радио и связь, 1990.

УДК 65.016.7:622.012
(4-11+470)

С.С. КВОН
Э.Г. РООТ
А.А. КАЗНАЧЕЕВА

Анализ основных направлений реструктуризации шахтного фонда в угледобывающих странах Восточной Европы и России

С распадом стран социалистического сообщества страны Восточной Европы и России переживают трудности перехода к рыночной экономике и кризисное состояние в угольной отрасли. Отличительной особенностью этой отрасли является переход экономики от плановой к рыночной. Однако ход осуществления программ перестройки, начатых в 1990 году и в

начале 1991 года, сталкивается с серьезными трудностями. Правительства стран не были готовы к разработке реальных программ и мер по оказанию поддержки угольным отраслям в столь сложный и важный переходный период. Проблемы усугублялись высокой инфляцией, экономическим спадом и социальной напряженностью, а также отсутствием долж-

ной финансовой поддержки, необходимой для успешного завершения процесса перестройки. Кроме того, помощь со стороны международных банков и фондов была очень скромной по сравнению с потребностями в капиталовложениях для успешной реструктуризации. Эти обстоятельства хорошо просматриваются при анализе процесса реструктуризации угольных отраслей практически во всех восточно-европейских странах.

В Польше имеются достаточно большие запасы угля — возможна разработка примерно 12 млрд т наиболее благоприятных угольных запасов, из которых 7 млрд т — энергетические угли и 5 млрд т — коксующиеся. Они сосредоточены в Верхне-Силезском, Нижне-Силезском и Люблинском бассейнах. Уголь является важнейшим компонентом топливно-энергетического баланса страны — в 1995 году его было добыто 135,5 млн т. На рынке первичных энергоносителей уголь занимает ведущее место. В 1991 году на его долю пришлось 78% спроса, нефти — 14% и природного газа — 8%. Польша к структурной перестройке в угольной промышленности пришла раньше России. С 1987 до 1993 года потребление угля сократилось на одну треть.

Общее число занятых в отрасли снизилось с 1987 года по 1994 год более чем на 130 тыс. и составило 291,9 тыс. человек. На разрезах число рабочих уменьшилось всего на 4 ... 5 тыс. человек (максимально здесь работало 18 тыс. человек). В ближайшие годы предстоит сократить еще около 100 тыс. шахтеров.

Финансовая помощь со стороны государства предполагается на закрытие шахт и частично на охрану окружающей среды. Программа перестройки угольной отрасли направлена на обеспечение ее прибыльности за счет повышения производительности труда и сокращения производственных издержек путем выборной эксплуатации угольных запасов с благоприятными условиями разработки: разработка пластов мощностью более 1,5 м с углами падения менее 45° и с зольностью менее 20%, сокращение участков добычи с закладкой выработанного пространства. В результате реструктуризации угольная отрасль Польши должна быть трансформирована в полностью прибыльное производство.

Чешская Республика обладает балансовыми запасами в 6,4 млрд т каменного и 5,3 млрд т бурого угля. Каменный уголь добывается в основном в Остравско-Карвинском бассейне, причем из-за большой глубины залегания только шахтным способом. Используется в энергетике и для коксования.

Уголь — основной энергоноситель Чехии (при практически полном отсутствии природного газа и нефти). Его добыча до 1989 года была относительно постоянной — около 25 млн т каменного и 95–100 млн т бурого угля в год. С 1990 года началось падение объемов добычи — до 18 млн т каменного и 65 млн т бурого угля в 1993 году. К 2000 году ожидалось падение добычи до 15–16 млн т каменного и 40 ... 50 млн т бурого угля. Количество шахтеров в отрасли сокращается примерно на 15...17% ежегодно.

В 1992 году в республике была принята государственная программа реструктуризации угольной промышленности. Целью реструктуризации является

закрытие неэффективных предприятий и образование акционерных обществ, объединяющих прибыльные предприятия для работы в условиях рынка и конкуренции. При реструктуризации угольной отрасли в Чешской Республике исходили из следующих принципов: создание рыночной среды; постепенная либерализация цен на уголь; контроль за объемами импорта угля; уменьшение участия государства в расходах социального, экологического и технико-технологического характера; сохранения определенного равновесия в плане социальной устойчивости. Участие государства в реструктуризации угольной отрасли заключается в оказании финансовой помощи при закрытии предприятий. Субсидии в угольную промышленность на производственную деятельность не направляются.

В Болгарии уголь является единственным и долговременным энергетическим ресурсом. Балансовые запасы угля в стране составляют около 6 млрд т, из которых 87% приходится на долю лигнитов, менее 6% — на бурые угли и около 7% — на каменные угли и антрациты. Этих запасов достаточно для удовлетворения топливно-энергетических потребностей страны. Почти 90% добываемого угля используется в теплоэнергетике; 2,4 млн т идет на производство брикетов. С 1987 года добыча угля снизилась с 38,5 млн т примерно до 30 млн т. В 1995 году было добыто всего 31,9 млн т, из них — 27,5 млн т — лигниты и 4,2 млн т — бурые угли.

С 1992 года в угольной отрасли Болгарии осуществляется процесс реструктуризации, направленный на создание условий, способствующих переходу предприятий к рыночным отношениям. Были созданы пять акционерных коммерческих предприятий и 14 акционерных предприятий с ограниченной ответственностью. В 1996 году в угольной отрасли действовало 12 АО, в состав которых входят 25 шахт и 8 разрезов. Все они включены в АО Вьглище-Холдинг». Открытым способом добывается 90% всего объема угля, в основном лигнита (правительство периодически увеличивает цены на лигнит). Государство выделяет дотации на подземную добычу угля. Шахты полностью удовлетворяют потребности народного хозяйства страны в угольной продукции.

В целях решения проблем, возникающих в ходе реструктуризации угольной промышленности, намечено осуществить следующие меры: изменить систему выхода шахтеров на пенсию с учетом специфики их работы; предоставить рабочим возможность преждевременного выхода на пенсию с льготными выплатами; обеспечить профессиональную подготовку рабочих по видам деятельности, предусмотренным для соответствующих регионов; разработать программу закрытия шахт с перечнем необходимых работ и персонала для их выполнения; разработать программы восстановления окружающей среды в районах закрытия шахт и начать их реализацию.

Из общего годового объема добычи угля в Венгрии — около 17 млн т (примерно 70%) приходится на уголь, используемый как топливо для ТЭС. Остальной уголь используется для бытовых целей, на коммунальных предприятиях и для производства брикетов. Сокращение объема промышленного производства в Венгрии и спад деятельности энергоемких отраслей

промышленности резко уменьшили спрос на электроэнергию. Согласно прогнозам уменьшение объема потребляемой электроэнергии в ближайшем будущем прекратится, однако уровень выработки электроэнергии, имевший место в 1988 году, будет достигнут только после 2000 года. Спрос на уголь для бытовых целей также постоянно сокращается, особенно после либерализации импорта угля из стран, в которых экспорт угля дотируется.

В связи с этим правительство Венгрии разработало концепцию сокращения добычи угля — основные принципы преобразования организации производства, собственности и контроля в угольной отрасли, которые в настоящее время реализуются на практике.

Румыния располагает запасами лигнита и бурого угля в объеме 2,7 млрд т, что обеспечивает ее внутренние потребности примерно на 50 лет. Они являются главными энергоносителями для производства электроэнергии, коммунально-бытовых и других нужд. До 1990 года в стране добывалось более 50 млн т угля ежегодно. Основной объем добычи — около трех четвертей — производится на разрезах, остальной — шахтным способом. Объем угледобычи в 1995 году составил 32,5 млн т. Угольные ТЭС потребляют более 90% всего угля. Стратегия перестройки румынской угольной отрасли стремится наиболее полно учесть реалии перехода к рыночной экономике.

Украина располагает запасами угля различного назначения. Готовые к разработке запасы угля составляют 30 млрд т, а балансовые запасы — более 100 млрд т. Готовые к разработке запасы примерно на 45% состоят из коксующихся и на 55% — из энергетических углей. При имевшем место в прошлом ежегодном объеме добычи порядка 250 млн т их достаточно на 400 лет. Более 60% добываемого угля используется в качестве энергетического топлива. Уголь является главным источником энергии из-за ограниченных запасов нефти и газа. В перспективе твердому топливу отводится доминирующая роль в производстве электроэнергии на Украине. Поэтому становление экономики страны в большой мере зависит от реструктуризации ее угольной промышленности. За последние 15 лет, при значительном повышении уровня механизации, годовой объем добычи угля снизился с 225 млн т более чем вдвое. Количество же работающих в отрасли из-за низкой производительности труда составляет более 1 млн человек.

Реструктуризация угольной отрасли осуществляется при активной поддержке со стороны государства. Начата работа по созданию условий для развития деятельности, не связанной с добычей угля. В угледобывающих регионах намечаются для размещения предприятия машиностроения, легкой промышленности; интенсивно развивается сельское хозяйство.

Реструктуризация угольной промышленности России — это комплекс взаимосвязанных мероприятий, направленных на преобразование производственной и организационной структур угольной отрасли в целях повышения ее эффективности и решения сопряженных социально-экономических проблем с одновременной адаптацией отрасли к рыночным отношениям при переходе к ним российской экономики в целом. Основными целями реструктуризации являются

— формирование конкурентоспособных угольных предприятий, обеспечивающих самофинансирование в длительной перспективе; обеспечение социальной защищенности работников отрасли и высвобождаемых трудящихся; последовательное снижение государственной поддержки предприятиям отрасли; социально-экономическое и экологическое оздоровление и обеспечение социальной стабильности в угледобывающих регионах.

На основе теоретических положений и всестороннем анализе богатого зарубежного опыта перестройки угольных отраслей в 1994 году компанией «Росуголь» были разработаны «Концепция реструктуризации угольной промышленности России» и «Основные направления реструктуризации угольной промышленности России». Они послужили исходной базой для разработки комплекса конкретных программ по реструктуризации угольной отрасли в целом и по ее подотраслям. Реструктуризация российской угольной промышленности производится поэтапно в соответствии с изложенными принципами и программами.

На первом этапе (1993–1995 г.) была полностью устранена жесткая система централизованного планирования, ликвидирована система фиксированных цен на уголь и выдача 100% бюджетных дотаций угольным предприятиям. Разработан новый хозяйственный механизм, основанный на ценообразовании, трансформации форм собственности, формировании рыночной инфраструктуры. Начаты принципиальные изменения в структуре шахтного и карьерного фонда. В 1994–1995 г. прекращена добыча на 37 особо убыточных шахтах. В процессе реструктуризации в отрасли сокращено 147 тысяч трудящихся. В эти же годы добыча угля продолжала снижаться, вместе с тем впервые за много лет в 1995 году намечился устойчивый рост производительности труда рабочих, за 1995 — на 7,5%.

Особое внимание уделяется созданию конкурентоспособных прибыльных предприятий. С привлечением специально созданных инвестиционных компаний активно ведется освоение наиболее благоприятных угольных месторождений в Кузбассе, строительство высокорентабельных «малых разрезов» на Дальнем Востоке, шахт высокого технического уровня в Восточном Донбассе. Преимущественное развитие получает наиболее эффективный открытый способ добычи угля, доля которого за последние два года выросла с 55 до 58%, в 1995 году открытым способом добыто 145,2 млн т угля. В течение 1996 года на разрезах добывалось уже около 60% всего угля.

Наряду с вопросами перестройки отрасли решаются социальные проблемы. Разработана программа диверсификации, решаются вопросы трудоустройства освобождаемых трудящихся (за 1994 год численность промышленно-производственного персонала уменьшилась на 40,4 тыс. трудящихся, то есть на 10% от общего списка).

В природоохранной деятельности при реструктуризации отрасли должны быть разработаны мероприятия по снижению негативного влияния угольных предприятий на экологическую обстановку регионов: сокращение вредных выбросов в атмосферу и сбросов в водоемы за счет технологического совершенствования

ния производства; осуществление программы рекультивации земель и отходов; создание экономического механизма, стимулирующего осуществление мер по экологическому оздоровлению угольных регионов.

В ходе второго этапа (до 2000 года) намечалось осуществить более глубокие структурные преобразования в производственной и социальной сферах, со-

здать действенный механизм экономического регулирования добычи, переработки и использования угля, обеспечить эффективное функционирование отрасли и рентабельную работу всех региональных угольных компаний в условиях рыночной экономики, существенно улучшить социально – экономическую и экологическую обстановку в угледобывающих регионах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гальчев Ф.И. Спрос на энергетические угли России // Уголь. 1997. № 10. С. 47–49.
2. Евтушенко А.Е. Роль угля в энергетике России // Уголь. 1998. № 9. С. 17–24.
3. Кайзер К., Моор П. Страны с зарождающейся рыночной экономикой и мировая угольная промышленность // Уголь. 1995. № 1. С. 29–32.
4. Новая энергетическая политика России / Под ред. Ю.К. Шафраника. М.: Энергоатомиздат, 1995.
5. Реструктуризация в каменноугольной промышленности Польши // Состояние и развитие угольной промышленности зарубежных стран / ЦНИЭИуголь. 1994. Вып. 11, 12.
6. Угольная промышленность Болгарии на современном этапе. Там же.

УДК 622.284.54(005)

Г.С. ЖЕТЕСОВА

Анализ работоспособности гидростоек механизированных крепей

Переход горных работ на большие глубины, как свидетельствует мировой опыт эксплуатации угольных и рудных месторождений, сопровождается повышением сложности горно-геологических условий: увеличивается число пластов с труднообрушаемыми кровлями; динамические проявления горного давления сопровождаются выбросами угля, газа, пород и горными ударами [1, 2], а также действием поперечных и внецентренных сил [3]. Эксплуатация серийных механизированных комплексов в этих условиях не обеспечивает в полной мере безопасность и эффективность очистных работ из-за тяжелых последствий динамических явлений в момент внезапного обрушения кровли. Уменьшение фактического сопротивления гидростоек и, как следствие, секций механизированных крепей в целом, вызывает увеличение опусканий выдвижных частей гидростоек, вплоть до их посадки «на жестко», со всеми вытекающими последствиями [4].

При резких осадках мощных слоев основной кровли, т.е. при динамическом приложении внешней нагрузки со скоростью до 0,5 м/с и выше, скачок давления в поршневых полостях гидростоек может достигать 140 МПа [4]. При этом возможно возникновение явления гидроудара, который способен привести к остаточным деформациям стенок цилиндров, уплотнений и других элементов крепи, и разрушениям гидростоек.

В процессе работы гидростоек их элементы являются подвижными относительно друг друга, причем зазоры между ними устанавливаются исходя из необходимости сохранения подвижных посадок в сопряжениях пар «поршень-цилиндр» и «шток-втулка». Из-за наличия зазоров в таких соединениях, несмотря на наличие фильтров очистки рабочей жидкости, в гидросистемах имеется присутствие твердых частиц размерами до 80 мкм. Они разрушают поверхность элементов гидростоек. Фрикционные явления для элементов гидростоек усиливаются воздействием агрессивной подземной среды и опасностью гидроударов.

Как показывают исследования, поршень в цилиндре часто перекашивается и приходит во взаимодействие с ним по двум кромкам (рис. 1). Это явление усиливается в условиях неустойчивых кровель и значительных поперечных нагрузках, характерных для сложных горно-геологических условий угольных месторождений.

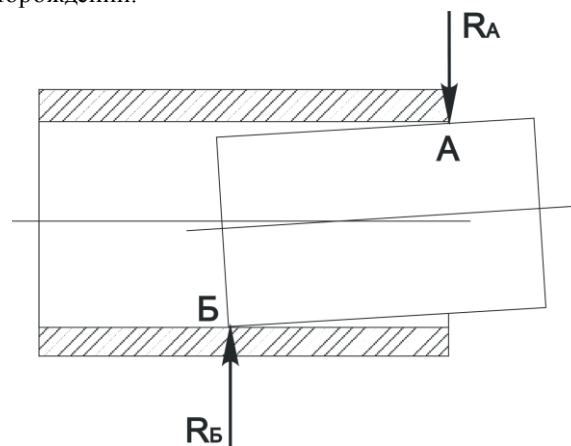


Рис. 1. Перекос элементов в поршневых соединениях гидростоек

Наибольший износ образуется в зоне Б из-за скопления смазки и снятия хромированного покрытия. Экспериментально установлено весьма неравномерное изнашивание поршня и цилиндра по длине сопрягаемой поверхности, которая является длиной трения (рис. 2).

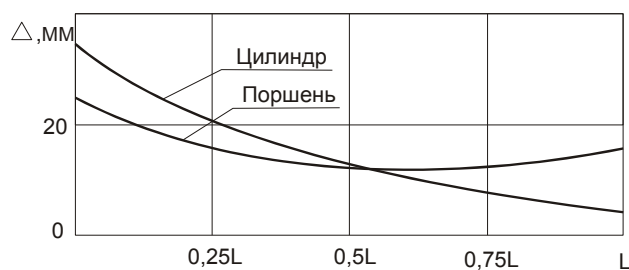


Рис. 2. Экспериментальная зависимость износа сопрягаемых поверхностей от длины износа

Экспериментальные зависимости имеют нелинейный характер. Следует отметить, что рабочая поверхность цилиндра изнашивается больше, чем поверхность поршня, особенно в начале пути трения. Износ наиболее усиливается при наличии пуассоновых деформаций (расширений) в поперечных сечениях элементов гидростойки, имеющих место при динамических нагрузках от горных ударов, приводящих к ударным волнам напряжений в акустических материалах, в том числе в металлах.

Для уменьшения отрицательных воздействий перекосов элементов гидростоек возможно конструктивное решение на основе размещения между подвижными элементами элемента упругого, способного накапливать потенциальную энергию. При перекосах гидростойки от действия поперечных сил упругий элемент будет деформироваться и увеличивать свою потенциальную энергию сжатия. В этом случае перекосы будут меньше, чем при отсутствии упругого элемента. После прекращения действия поперечных сил накопленная энергия сжатия вернет смещенные элементы гидростойки в нормальное рабочее положение. Положительный эффект усиливается, если правильно выбрать материал и конструктивное исполнение упругого элемента.

Перечисленные проблемы исследуются разработчиками и проектировщиками в разных странах. Многие разработки связаны с технологией ведения горных работ, например, с применением гидравлического спо-

соба закладки, обеспечивающего достаточную плотность закладочного массива и высокую производительность закладочных работ. Закладка выработанного пространства позволяет ограничить динамические проявления горного давления и предотвратить возникновения внезапных выбросов и горных ударов [1].

Другим направлением является уточнение методов расчета механизированных крепей на устойчивость, критических нагрузок на элементы механизированных крепей, гидроэлементов и гидросистемы в статическом режиме работы.

Значительную часть исследований по повышению работоспособности гидростоек составляют работы по созданию конструктивных средств защиты гидростоек от динамических нагрузок, в частности, основанных на принципе их срабатывания (предохранительные и разгрузочные клапаны). Так, в ИГД СО РАН разрабатываются инерционные защитные устройства гидростоек, принцип работы которых основан на срабатывании клапана во время динамического нарастания нагрузки и проседания штока с затяжкой во времени за счет инерционного эффекта [2].

Рассматриваемые методы направлены на определенный ресурс работы механизированных крепей в лаге до первого капитального ремонта, который, согласно ГОСТ 18585-73, составляет не менее 20000 часов. Как показывает опыт эксплуатации механизированных крепей на месторождениях, склонных к проявлениям горных ударов, такой ресурс является маловероятным.

Для эффективной работы гидростоек в течение заданного ресурса появляется необходимость максимального сужения допусков на изготовление подвижных элементов стоек секций механизированных крепей. С другой стороны, такие жесткие конструктивные требования ограничиваются сущностью подвижных посадок и технологическими возможностями, поскольку это связано с увеличением трудоемкости и стоимости изготовления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шаламберидзе Ф.Ф. Совершенствование управления геомеханическими процессами. М.: Наука, 1984. 183 с.
2. Клишин В.И. Исследование динамических процессов в гидростойках механизированных крепей // Сб. докладов Междунар. конф. «Динамика горных машин 89». РП, Гливице, 1989. С. 153–159.
3. Хорин В.Н., Мамонтов С.В., Гейхман И.Л. Вопросы расчета и надежности шахтных гидравлических крепей. М.: Наука, 1970. 165 с.
4. Жетесов С.С., Лазуткин А.Г., Сагинов А.С. и др. Пути развития и совершенствования механизированных крепей. Алматы: Гылым, 1992. 280 с.

УДК 621.01
Ж.Б. БАКИРОВ

Решение задачи многокритериального синтеза механизмов высоких классов

Задачи проектирования машин и механизмов всегда многокритериальны, так как при выборе наилучшего варианта приходится учитывать много различных требований, предъявляемых к машине, и среди них встречаются противоречащие друг другу. Однако многие математические методы оптимизации предназначены для отыскания оптимального значения одной функции. Поэтому чаще всего пытаются неоправданными упрощениями свести многокритериальную задачу к однокритериальной. При такой неадекватной математической модели удачных результатов ожидать не приходится.

Математическая постановка задачи со многими параметрами и с несколькими критериями очень трудна. Здесь необходим предварительный расчет конструкций для выяснения хотя бы пределов изменения критериев. Разумней всего постановку такой задачи осуществлять в процессе диалога с ЭВМ. Этот диалог необходим и в ходе решения задачи для скорейшего получения наилучшего варианта. Такой метод решения многокритериальной задачи разработан И.М. Соболев и Р.Б. Статниковым [1].

Суть метода заключается в систематическом просмотре (зондировании) многомерных областей. В качестве пробных точек в пространстве параметров используются точки равномерно распределенных

(*p.p.*) последовательностей. Для этих целей применены так называемые *ЛП*_τ — последовательности, которые обладают наилучшими характеристиками равномерности среди всех известных в настоящее время *p.p.* последовательностей. Такое зондирование называется *ЛП*-поиском.

Рассмотрим ограниченную *n*-мерную область *R*, состоящую из последовательности точек *P_i* ($1 \leq i \leq N$) с декартовыми координатами $x_{i,1}, \dots, x_{i,n}$. В ней выделим область *Π* и обозначим через *S_N* (*Π*) количество точек *P_i*, принадлежащих *Π*. Последовательность точек *P_i* называется равномерно распределенной в *R*, если для любого *Π*, принадлежащего *R*:

$$\lim_{N \rightarrow \infty} [S_N(\Pi)/N] = V_{\Pi}/V_R,$$

где *V_Π*, *V_R* — объемы соответствующих областей.

Обычно вместо области *R* берут единичный *n*-мерный куб *Kⁿ*, а в качестве области *Π* — *n*-мерный параллелепипед со сторонами, параллельными координатным граням.

Если точки *Q_i* с декартовыми координатами $q_{i,1}, \dots, q_{i,n}$ образуют *p.p.* последовательность в *Kⁿ*, то точки *A_i* с декартовыми координатами $\alpha_{i,1}, \dots, \alpha_{i,n}$, где

$$\alpha_{i,j} = a_j + (b_j - a_j)q_{i,j} \quad (1)$$

образуют *p.p.* последовательность в параллелепипеде *Π*, состоящем из точек $(\alpha_1, \dots, \alpha_n)$, координаты которых

удовлетворяют неравенствами $a_j \leq \alpha_j \leq b_j$.

Очевидно, если среди точек A_i , образующих $p.p.$ последовательность в Π , отбирать все точки, принадлежащие некоторой области $G \subset \Pi$, то получим последовательность точек $p.p.$ в G . Отношение объемов

$$\gamma = V_G/V_\Pi$$

в теории Монте-Карло называют эффективностью отбора, так как в среднем для получения одной точки в G надо рассмотреть $1/\gamma$ точек в Π .

Пусть математическая модель проектируемого механизма, представляемая формулами структурного, кинематического и силового анализа, зависит от n произвольных параметров, выделенных в ходе структурного синтеза. Пространство, состоящее из точек A с декартовыми координатами $\alpha_1, \dots, \alpha_n$ называется пространством параметров. Каждой точке A в этом пространстве соответствует конкретный набор параметров α_j и наоборот.

Проектировщиком обычно указываются разумные пределы изменения каждого из параметров, которые называются параметрическими ограничениями

$$\alpha_j^* \leq \alpha_j \leq \alpha_j^{**}, j = 1, \dots, n. \quad (2)$$

Эти ограничения выделяют в пространстве параметров параллелепипед $\Pi = \{A \mid (2)\}$, объем которого равен

$$V_n = (\alpha_1^{**} - \alpha_1^*) \dots (\alpha_n^{**} - \alpha_n^*).$$

Далее нас будут интересовать только точки A , принадлежащие Π . Без необходимости расширять границы (2) не рекомендуется: при этом возрастает объем, и для просмотра может потребоваться больше точек. С другой стороны, чрезмерное сужение границ (2) уменьшает поле поиска наилучшего решения и возникает опасность получения пустого множества.

Кроме параметрических ограничений обычно в условия задачи включаются функциональные ограничения

$$C_i^* \leq f_i(A) \leq C_i^{**}, i = 1, \dots, m, \quad (3)$$

где $f_i(A)$ — некоторые непрерывные в Π функции от параметров.

Функциональными ограничениями обычно являются условия неразрывности диады, условие принадлежности всех положений механизма к одной сборке, что определяется постоянством знака Якобиана уравнений замкнутости многоугольников, условие монотонности перемещений, прочность отдельных элементов и так далее.

Обозначим через G подмножество Π , состоящее из точек A , удовлетворяющих ограничениям (3):

$$G = \{A \mid (2), (3)\}.$$

Оно может быть любым замкнутым множеством.

Характеристика системы, связанная с ее качеством монотонной зависимостью, называется критерием качества. При прочих равных условиях система тем лучше, чем меньше (больше) критерий. За критерий качества обычно принимаются точность механизма, его вес и габариты, усилия в шарнирах, нагруженность привода, производительность, надежность и так далее. Относительно их мы также будем предполагать, что они непрерывны в Π .

При решении задач необходимо ввести критери-

альные ограничения

$$\Phi_\ell(A) \leq \Phi_\ell^{**}, \ell = 1, \dots, j; \Phi_\ell(A) \geq \Phi_\ell^*, \ell = 1, \dots, k, \quad (4)$$

где Φ_ℓ^* , Φ_ℓ^{**} — худшие значения критерия, которые проектировщик считает еще приемлемыми. Такие ограничения для некоторых критериев вводятся естественным образом, например, для погрешности механизма, его надежности. Но для многих критериев ввести разумные ограничения до начала расчетов бывает трудно.

Пусть D — множество точек A , которые удовлетворяют всем ограничениям:

$$D = \{A \mid (2), (3), (4)\},$$

так что $D \subset G \subset \Pi$. Если множество D не пусто, то оно замкнуто и называется множеством допустимых точек. Теперь многокритериальная задача может быть сформулирована так:

$$\Phi_\ell(A_*) = \min_{A \in D} \Phi_\ell(A), \ell = 1, \dots, j;$$

$$\Phi_\ell(A_*) = \max_{A \in D} \Phi_\ell(A), \ell = 1, \dots, k. \quad (5)$$

Таким образом, главная трудность при переходе к математической задаче (5) состоит в выборе критериальных ограничений и в обеспечении не пустоты множества D . Обоснованный выбор Φ_ℓ^{**} и Φ_ℓ^* можно сделать на основе предварительного исследования системы, что позволяет определить хотя бы диапазон изменения каждого из критериев.

Процесс зондирования пространства параметров проектируемого механизма можно разбить на три этапа.

1. Составление таблиц испытаний.

Этот этап начинается с выбора пробных точек. Для этого обращаемся к генератору $МП_\tau$ — последовательностей. Подпрограммы для генерирования этой последовательности можно найти в специальной литературе [1]. Генератор выдает точку

$$Q_i = (q_{i,1}, \dots, q_{i,n}).$$

По формуле (1) определяем координаты точки $A_i = (\alpha_{i,1}, \dots, \alpha_{i,n})$, принадлежащей параллелепипеду Π

$$\alpha_{i,j} = \alpha_j^* + (\alpha_j^{**} - \alpha_j^*)q_{i,j}, j = 1, \dots, n.$$

При $A = A_i$ рассчитываем проектируемую систему и проверяем выполнение функциональных ограничений (3). Если они выполнены, то точка $A = A_i$ отбирается в качестве пробной точки в G и вычисляются все $\Phi_\ell(A_i)$; в противном случае точка $A = A_i$ отбрасывается. Чем больше точек зондируется, тем больше информации и надежнее результаты. Но при этом надо учитывать затраты машинного времени, которые определяются по формуле

$$T_n \approx N\tau/\gamma,$$

где τ — время расчета системы в одной точке.

Количество необходимых пробных точек зависит еще от характера изменения критериев. По каждому критерию ЭВМ составляет таблицу испытаний, в которой значения $\Phi_\ell(A_i)$ расположены в порядке возрастания и указаны номера соответствующих пробных точек (свои для каждого ℓ).

2. Выбор критериальных ограничений.

Просматривая поочередно столбцы таблиц испытаний, проектировщик должен назначить ограничение для каждого критерия.

3. Проверка не пустоты множества D .

Фиксируем какой-нибудь из критериев, например, $\Phi_1(A)$, и рассмотрим соответствующий столбец таблицы испытаний. Пусть S — количество значений Φ_1 , удовлетворяющих выбранному критериальному ограничению Φ_1^{**} . Путем перебора значений всех критериев в этих точках, можно определить, есть ли среди этих точек хотя бы одна, в которой справедливы все неравенства (4). Если такая точка существует, то множество D не пусто и задача (5) разрешима. В противном случае следует вернуться ко второму этапу и потребовать от конструктора уступок при назначении Φ_i^{**} . Если такие уступки невозможны, то необходимо вернуться к первому этапу и увеличить количество пробных точек N . Наконец, если при неоднократном увеличении N множество D остается пустым, то есть основания считать, что выбранные критериальные ограничения несовместимы.

На третьем этапе расчета мы находим q точек ($q \leq N$), принадлежащих D . Множество этих точек обозначим D_N . Для окончательного выбора параметров из этих q точек необходимо исключить такие точки, которые заведомо не могут быть наилучшими. Считается, что точка A' безусловно лучше, чем точка A , если

$$\Phi_\ell(A') \leq \Phi_\ell(A), \ell = 1, \dots, j;$$

$$\Phi_\ell(A') \geq \Phi_\ell(A), \ell = 1, \dots, k$$

и хотя бы при одном ℓ имеет место строгое неравенство. Точка A_i из множества D_N называется приближенно эффективной, если не существует такой точки A_j из D_N , которая была бы безусловно лучше, чем A_i . Множество всех приближенно эффективных точек из D_N обозначим E_N . Эти точки можно выделить следующим образом.

Пометим какую-нибудь точку A_{i1} из D_N . Сравнивая ее с остальными точками из D_N , исключим все точки A_j , которые безусловно хуже, чем A_{i1} . Затем из оставшихся точек выберем непомянутую точку, например, A_{i2} и пометим ее. Сравнивая ее со всеми оставшимися точками (включая A_{i1}), исключим те из них, которые безусловно хуже, чем A_{i2} и так далее. После конечного числа шагов останутся только приближенно эффективные точки.

Окончательный выбор параметров производится проектировщиком из множества E_N с учетом важности того или иного критерия и возможного компромисса между ними.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соболев И.М., Статников Р.Б. Выбор оптимальных параметров в задачах со многими критериями. М.: Наука, 1981. 110 с.

УДК 621.01

Т.С. УМБЕТАЛИН
М.Ж. БАКИРОВ

Кинематический анализ положений многоцелевого манипулятора

Для разрушения футеровочного массива во вращающихся печах цементной и металлургической промышленности нами ранее предложена конструкция многоцелевого манипулятора (МЦМ), который представляет собой пространственный механизм с шестью степенями свободы [1]. Кинематическая схема МЦМ приведена на рис. 1.

Она состоит из стрелы 1, грузозахвата 2, ударника 3, поворотной колонны 7, подвижной каретки 8 и гидроцилиндров подъема стрелы 4, разворота грузозахвата 5, поворота ударника 6. Кроме указанных гидроцилиндров, манипулятор имеет еще три гидроцилиндра: для поворота грузозахвата вокруг собственной оси NN^1 (гидроцилиндр находится внутри грузозахвата и соединен штоком через рычаг с кулачковым механизмом), для поворота колонны 7 вокруг собственной оси (гидроцилиндр находится на подвижной каретке) и перемещения каретки 8 (гидроцилиндр находится на базовой машине). Таким образом имеется шесть независимых обобщенных координат $\varphi_1, \varphi_M, \gamma, \theta_M, \psi, S$ (рис.1), определяющих положение всех звеньев манипулятора в пространстве.

Для проведения силового анализа МЦМ необходимо знать положения всех звеньев в зависимости от координаты точки удара (X_M, Y_M, Z_M). Решение этой задачи необходимо также для определения границ возможной зоны разрушения при фиксированном положении базовой машины и заданных геометрических размерах звеньев или для определения геометрических параметров МЦМ при заданных размерах зоны

разрушения.

Выберем правую систему декартовых координат, направив ось Y вдоль оси колонны, а ось X — вдоль образующей цилиндра. Найдем координаты характерных точек манипулятора. Выпишем матрицы поворота координатных осей:

$$M_x = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \theta & \sin \theta \\ 0 & -\sin \theta & \cos \theta \end{vmatrix}, \quad M_y = \begin{vmatrix} \cos \psi & 0 & -\sin \psi \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin \psi & 0 & \cos \psi \end{vmatrix},$$

$$M_z = \begin{vmatrix} \cos \varphi & -\sin \varphi & 0 \\ \sin \varphi & \cos \varphi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}.$$

Координаты точки D (крепление грузозахвата к стреле) определяются легко

$$X_D = l_1 \cos \varphi \cos \psi, \quad Y_D = H_0 + l_1 \sin \varphi, \quad Z_D = l_1 \cos \varphi \sin \psi. \quad (1)$$

В дальнейшем используем матричную запись

$$U = [X, Y, Z]^T,$$

где « T » означает операцию транспонирования. Координаты точки в местной (подвижной) системе координат обозначим штрихом, например

$$U_D^1 = [l_1, 0, 0]^T.$$

Тогда выражения (1) можно записать так

$$U_D = M_y M_z U_D^1.$$

Координаты точки A равны

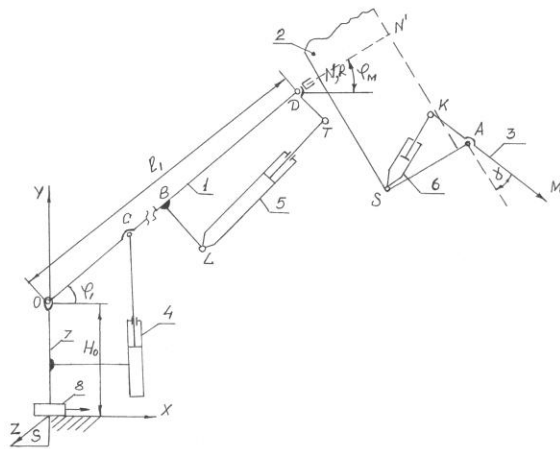
$$U_A = U_D + U_A^D,$$

где U_A^I — координаты точки A в системе координат $DXYZ$, параллельной глобальным координатам XYZ .

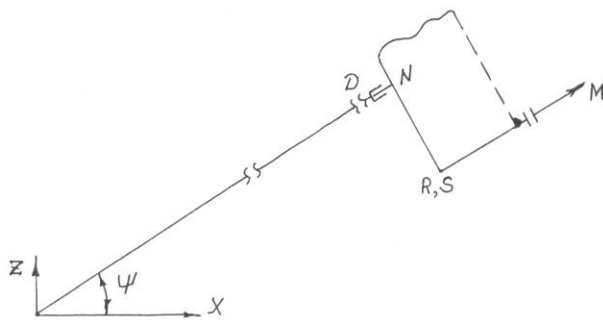
В местной системе координат точка A имеет координаты

$$U_A^1 = [l_M, -RS, NR]^T,$$

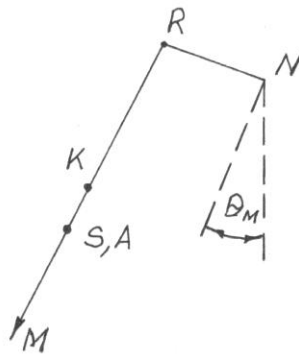
где $l_M = DN + SA$.



а)



б)



в)

Рис. 1. Кинематическая схема манипулятора: а — вид сбоку, б — вид сверху, в — вид спереди

После разворота грузозахвата на угол φ_M в плоскости XOY , поворота его вокруг собственной оси на угол θ_M и поворота колонны на угол ψ имеем

$$U_A = U_D + U_A^I = U_D + M_Y M_Z M_X U_A^1. \quad (2)$$

Аналогично определяем координаты точки M

$$U_M = U_A + U_M^A = U_A + M_Y M_Z M_X U_M^1, \quad (3)$$

где $U_M^1 = [AM \cdot \sin \gamma, -AM \cdot \cos \gamma, 0]^T$.

Ранее нами экспериментально доказано [2], что при разрушении массива существует оптимальный угол атаки инструмента α ($\alpha = 15^\circ - 25^\circ$). Угол атаки — это угол между инструментом и перпендикуляром к поверхности разрушения в точке удара

$$\alpha = 90^\circ - \angle XAM.$$

Теперь можно записать

$$\sin \alpha = \sin(90^\circ - \angle XAM) = \cos(\angle XAM) = X_M^A / AM.$$

Определяя координату X_M^A из выражения (3), получаем следующее уравнение:

$$\sin \alpha = \cos \psi \cos \varphi_M \sin \gamma + (\cos \psi \sin \varphi_M \cos \theta_M - \sin \psi \sin \theta_M) \cos \gamma. \quad (4)$$

Разрушение массива лучше проводить при $\varphi_M = 0$, что позволяет легко фиксировать положение грузозахвата в пространстве и устанавливать оптимальные углы атаки инструмента при небольшом ходе цилиндра SA . В этом случае из уравнения (4) находим, что

$$\sin \gamma = (b \sin \alpha + c \sqrt{b^2 + c^2 - \sin^2 \alpha}) / (b^2 + c^2), \quad (5)$$

где $b = \cos \psi$,

$$c = \sin \psi \sin \theta_M.$$

При $\varphi_M = 0$ выражения для определения координат точки разрушения упростятся. Из выражений (3) имеем

$$\begin{aligned} X_M &= (l_1 \cos \varphi_1 + l_M + AM \cdot \sin \gamma) \cos \psi - \\ &[NR \cdot \cos \theta_M + (RS + AM \cdot \cos \gamma) \sin \theta_M] \sin \psi, \\ Y_M &= H_0 + l_1 \sin \varphi_1 + NR \cdot \sin \theta_M - (RS + AM \cdot \cos \gamma) \cos \theta_M, \\ Z_M &= (l_1 \cos \varphi_1 + l_M + AM \cdot \sin \gamma) \sin \psi + [NR \cdot \cos \theta_M + (RS + \\ &+ AM \cdot \cos \gamma) \sin \theta_M] \cos \psi. \end{aligned} \quad (6)$$

Геометрические параметры манипулятора должны быть связаны с размерами разрушаемого пространства. При разрушении у основания ($\theta_M = 0$) в самой верхней точке разрушаемого пространства ($\theta_M = 180^\circ$) углы подъема стрелы равны

$$\begin{aligned} \sin \varphi_{1H} &= (RS + AM \cdot \cos \alpha - H_0) / l_1, \\ \sin \varphi_{1b} &= (Y_{\max} - H_0 - RS - AM \cdot \cos \alpha) / l_1, \end{aligned} \quad (7)$$

где $Y_{\max}$ — координата наиболее удаленной по высоте точки.

Кроме того, геометрические параметры манипулятора должны быть связаны условием безопасности при разрушении, которое заключается в том, что расстояние от оператора до зоны разрушения должно быть не менее трех метров. Исходя из компоновки манипулятора, это условие можно записать так:

$$\min X_M \geq 2 \text{ м.}$$

Минимальное значение координаты X_M достигается при $\theta_M = 180^\circ$ ($\psi = 0$). Тогда из формул (5), (6) и условия безопасности следует

$$\min X_M = l_1 \cos \varphi_{1b} + l_M + AM \sin \alpha \geq 2 \text{ м.} \quad (8)$$

Максимальное значение координаты X_M достигается при $\theta_M = 180^\circ$ и будет равно

$$\max X_M = l_1 \cos \varphi_{1H} + l_M + AM \sin \alpha. \quad (9)$$

При разрушении массива во вращающихся печах координаты точки разрушения определяются радиусом печи R и полярным углом θ . При этом угол поворота грузозахвата вокруг собственной оси принимается равным полярному углу: $\theta_M = \theta$, а координаты точки разрушения будут равны

$$Y_M = R(1 - \cos \theta), Z_M = R \sin \theta. \quad (10)$$

Положение всех звеньев МЦМ теперь определяется углами φ_1 , ψ , γ и смещением каретки S . Уравнение (5) и выражения (6) образуют систему четырех транс-

ценентных уравнений с четырьмя неизвестными.

Эту систему можно решить методом последовательных приближений. Наиболее простым в реализации и эффективным по сходимости является следующий алгоритм.

1. Принимаем координату X_M равной максимально возможному значению. Из выражений (7) и (9) имеем

$$X_M = X_{\max} = \sqrt{l_1^2 - RS + AM \cos \alpha - H_0} + l_m + AM \sin \alpha.$$

2. По формулам (10) определяем координаты точки разрушения.

3. Из первого и третьего уравнений системы (6) определяем угол поворота стрелы в горизонтальной плоскости $\psi = \arctg(Z_M/X_M)$.

4. По формуле (5) определяем угол γ .

5. Из второго уравнения системы (6) определяем угол подъема стрелы ϕ .

6. По первому уравнению системы (6) находим координату X_M .

7. Сравниваем эту координату со значением, определенным на предыдущем шаге, и находим разность этих координат. Если эта разность больше принятой допустимой погрешности ε , то повторяем пункты 3–6, приняв за X_M значение, найденное в пункте 6. Если найденная разность меньше ε , то итерации прекращаем и определяем смещение каретки $S = X_{\max} - X_M$.

Для определения положения всех звеньев при разрушении массива по контуру печи достаточно в предыдущем алгоритме организовывать цикл по углу θ (пункты 3–7). При этом попутно определяются пре-

делы изменения переменных, определяющих положения звеньев и возможная зона разрушения при фиксированном положении базовой машины и принятых размерах манипулятора.

В таблице приведены результаты расчета по определению всех положений механизма при разрушении по контуру печи радиусом 1,5 м при $H_0 = 1,25$ м, $l_1 = 1,8$ м. При расчетах размеры грузозахвата и ударника (пневмомолот ПН-1300) приняты следующими (рис.1): $DN = 0,11$ м, $NR = 0,35$ м, $RS = 0,3$ м, $AS = 0,37$ м, $AM = 0,84$ м, $AK = 0,45$ м, $\alpha = 20^\circ$.

В ходе этих расчетов получена зона возможного разрушения внутри печи при фиксированном положении базовой машины, которая приведена на рис.2. При этом максимальное смещение каретки принято равным одному метру ($S_{\max} = 1$ м).

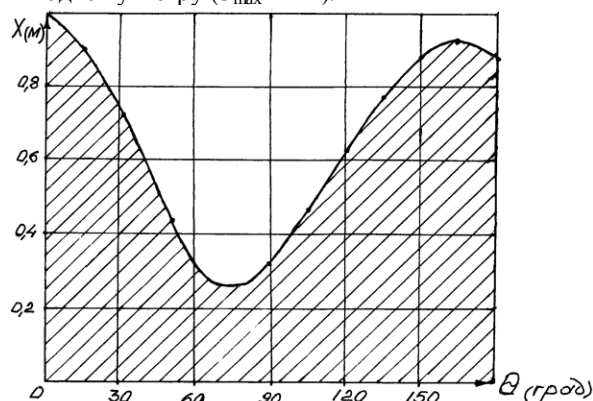


Рис. 2 Зона возможного разрушения в печи ($R = 1,5$ м)

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Положение точки удара θ	0	0,262	0,524	0,784	1,046	1,309	1,571	1,833	2,093	2,355	2,618	2,880	3,412
Координаты, определяющие положение механизма	ϕ	-0,089	-0,140	-0,186	-0,222	-0,219	-0,158	-0,056	0,053	0,148	0,217	0,269	0,376
	γ	0,347	0,393	0,526	0,718	0,903	1,010	1,021	0,956	0,836	0,674	0,512	0,349
	ψ	0	0,155	0,317	0,474	0,602	0,673	0,672	0,619	0,535	0,425	0,296	0
	S , м	0	0,103	0,276	0,492	0,678	0,743	0,677	0,534	0,370	0,218	0,109	0,117

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Акбасов Е.Н., Умбеталин Т.С. Аналитические исследования кинематических схем манипуляторов с ударным исполнительным органом для разрушения футеровки вращающихся печей // Оптимизация режимов и параметров горных и строительных машин: Тем. сб. Караганда. КарПТИ, 1989. С.37–48.
- Акбасов Е.Н., Мусатаев Р.Т., Умбеталин Т.С. Повышение производительности манипулятора для разрушения футеровочного массива трубчатых печей // Совершенствование технологических процессов литейно-механического производства: Тем. сб.. Караганда. КарПТИ, 1988. С.104–106.

УДК 621.01
Ж.Б. БАКИРОВ

Проектирование механизма высокого класса для перемещения рабочего органа по заданной траектории

Практически неограниченными возможностями воспроизведения как одного жесткого заданного программного движения, так и целого семейства таких движений, обладают механизмы высоких классов

(МВК) [1, 2]. Перемещающие МВК с одной степенью свободы предназначены для воспроизведения в неподвижной системе координат OXY заданного движения подвижной системы координат oxy , жестко связанной

с выходным звеном, закон движения которого задан непрерывно

$$X_o = X_o(t), \quad Y_o = Y_o(t), \quad \theta_o = \theta_o(t),$$

либо n конечно-удаленными положениями

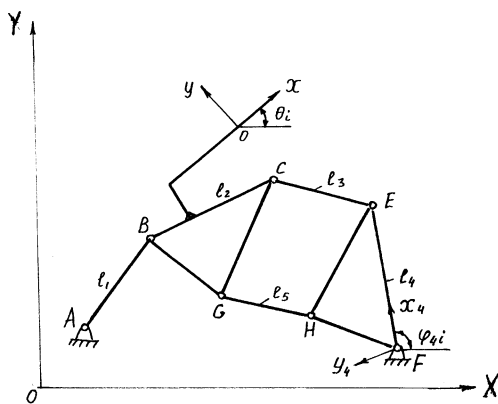
$$X_o = X_o(t_i), \quad Y_o = Y_o(t_i), \quad \theta_o = \theta_o(t_i), \quad i = 1, \dots, n \quad (1)$$

при заданном законе движения входного звена, который может описываться также непрерывно или дискретно. Таким образом, эти механизмы воспроизводят движение выходного звена с тремя степенями свободы.

Согласно методике структурно-кинематического анализа, проектирование МВК основано на возможности расчленить все многообразие МВК на конечное число структурных единиц, называемых структурными модулями. Они образуют базис структурно-кинематического синтеза МВК, и процедура синтеза требуемого МВК сводится к последовательному синтезу этих структурных модулей. При таком подходе проектировщик не привязан к заранее выбранной структурной схеме механизма, поскольку структура механизма определяется возможностью кинематического синтеза того или иного структурного модуля [2].

В простейшем случае рассматриваемая функциональная задача может быть решена шарнирным четырехзвенником. Однако, более высокими возможностями обладают шестизвенные механизмы, которые можно получить из четырехзвенных добавлением диады или заменой кинематической пары на бинарное звено с последующим замыканием, то есть наложением одной связи на относительное движение двух звеньев. В первом случае получаем три шестизвенных механизма второго класса.

Далее заменим одну из кинематических пар четырехзвенника на бинарное звено. Тогда получим пятизвенник с двумя степенями свободы. С помощью бинарного звена наложим на него одну связь. Если соединить подвижные звенья со стойкой, то получим два одинаковых механизма III класса. Далее наложим связь на относительные движения несмежных звеньев. Соединя звенья 1 и 3, получаем механизм III класса, а соединя звенья 2 и 4, получаем механизм IV класса (рис.).



Шестизвенный механизм IV класса

Структурная формула для синтеза этого механизма имеет вид:

$$\text{Вых. 3.}(2) \xrightarrow{2-0} \text{Б.3.}(1) \xrightarrow{2-0} \text{Var (3-4)} \xrightarrow{2-4} \text{Б.3.}(5),$$

где Б.3. означает бинарное звено, а Var — варьируемую цепь.

Пусть закон движения выходного звена описывается выражениями (1). Рассмотрим n положений механизма, определяемых параметром

$$t_i = (i-1)\pi/(n-1), \quad i = 1, \dots, n. \quad (2)$$

Согласно структурной формуле сначала проектируем бинарное звено 1, которое входит в кинематическую цепь ABO. Введем взвешенную разность для i -го положения механизма

$$\Delta q_i = |AB|_i - l_1^2 = (X_{Bi} - X_A)^2 + (Y_{Bi} - Y_A)^2 - l_1^2, \quad i = 1, \dots, n, \quad (3)$$

где

$$\begin{bmatrix} X_{Bi} \\ Y_{Bi} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_{oi} \\ Y_{oi} \end{bmatrix} + \Gamma(\theta_i) \begin{bmatrix} x_B \\ y_B \end{bmatrix},$$

$$\Gamma(\theta) = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \text{ — матрица поворота координатных осей.}$$

В этих выражениях заглавными буквами обозначены координаты точек в глобальной системе координат, а строчными буквами — в местной (подвижной) системе координат. Так как ось OXY всегда можно провести через точку A, то можно положить X_A и Y_A , равными нулю, и считать, что Δq_i является функцией трех неизвестных параметров

$$P = [x_B, y_B, l_1].$$

Составим сумму квадратов взвешенной разности для n заданных положений механизма

$$S = \sum_{i=1}^n \Delta q_i^2, \quad (4)$$

и будем определять искомые параметры из условия минимума суммы S по этим параметрам

$$\frac{\partial S}{\partial P} = 0. \quad (5)$$

Для решения этой системы нелинейных алгебраических уравнений преобразуем уравнение (3) к виду

$$\Delta q_i = (M_i - x_B)^2 + (N_i - y_B)^2 - l_1^2, \quad (6)$$

$$\text{где } \begin{bmatrix} M_i \\ N_i \end{bmatrix} = -\Gamma^{-1}(\theta_i) \begin{bmatrix} X_{oi} \\ Y_{oi} \end{bmatrix}.$$

Условия минимума суммы S

$$\frac{\partial S}{\partial x_B} = 0, \quad \frac{\partial S}{\partial y_B} = 0, \quad \frac{\partial S}{\partial l_1} = 0$$

теперь приводит к линейной системе уравнений относительно x_B, y_B, H_B

$$\begin{bmatrix} \sum_{i=1}^n M_i^2 & \sum M_i N_i & \sum M_i \\ \sum M_i N_i & \sum N_i^2 & \sum N_i \\ \sum M_i & \sum N_i & n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_B \\ y_B \\ H_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^n B_i^2 M_i \\ \sum B_i^2 N_i \\ \sum B_i^2 \end{bmatrix}, \quad (7)$$

где $B_i^2 = (M_i^2 + N_i^2)/2$,
 $H_B = (l_1^2 - x_B^2 - y_B^2)/2$.

Из этой системы находим

$$x_B = D_{XB}/D_1, \quad y_B = D_{YB}/D_1, \quad H_B = D_{HB}/D_1.$$

Тогда $l_1 = (2H_B + x_B^2 + y_B^2)^{1/2}$.

Переходим к варьiruемой цепи, состоящей из диады 3–4. Ее параметрами зададимся произвольным образом, имея ввиду их дальнейший подбор по другим критериям. Параметры варьiruемой цепи

$$P = [X_F, Y_F, x_C, y_C, l_3, l_4] \quad (8)$$

лучше всего задать случайным образом с использованием генератора $ПП_r$ последовательностей, равномерно распределенных в n -мерном (здесь шестимерном) пространстве [3]. Они должны соответствовать условиям неразрывности диады FEC

$$\begin{aligned} \max \quad & \bar{R}_{Ci} - \bar{R}_F \leq (l_3 + l_4); \\ \min \quad & |\bar{R}_{Ci} - R_F| \geq |l_3 - l_4|, \quad i = 1, \dots, n. \end{aligned}$$

Эти условия перепишем в виде

$$(l_3 - l_4)^2 \leq (X_{Ci} - X_F)^2 + (Y_{Ci} - Y_F)^2 \leq (l_1 + l_2)^2, \quad i = 1, \dots, n, \quad (9)$$

где

$$\begin{vmatrix} X_{Ci} \\ Y_{Ci} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} X_{0i} \\ Y_{0i} \end{vmatrix} + \Gamma(\theta_i) \begin{vmatrix} x_C \\ y_C \end{vmatrix}.$$

Найдем размеры звена 2:

$$\begin{aligned} l_2 &= [(x_C - x_B)^2 + (y_C - y_B)^2]^{1/2}, \\ l_{OB} &= (x_B^2 + y_B^2)^{1/2}, \\ l_{OC} &= (x_C^2 + y_C^2)^{1/2}. \end{aligned}$$

Определим далее угол φ_{4i} .

$$\varphi_{4i} = \arctg \frac{Y_{Ci} - Y_F}{X_{Ci} - X_F} \pm \arccos \frac{l_4^2 + l_{FC}^2 - l_3^2}{2l_4 l_{FC}},$$

где $l_{FC} = [(X_{Ci} - X_F)^2 + (Y_{Ci} - Y_F)^2]^{1/2}$.

Здесь знаки перед вторым слагаемым соответствуют различным вариантам сборки диады FEC .

На последнем этапе проектируем бинарное звено 5, входящее в кинематическую цепь $FHGB$. Взвешенную разность представим в виде

$$\Delta q_i = |GH|_i^2 - l_5^2 = (X_{Gi} - X_{Hi})^2 + (Y_{Gi} - Y_{Hi})^2 - l_5^2, \quad i = 1, \dots, n, \quad (10)$$

где

$$\begin{vmatrix} X_{Gi} \\ Y_{Gi} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} X_{0i} \\ Y_{0i} \end{vmatrix} + \Gamma(\theta_i) \begin{vmatrix} x_G \\ y_G \end{vmatrix},$$

$$\begin{vmatrix} X_{Hi} \\ Y_{Hi} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} X_F \\ Y_F \end{vmatrix} + \Gamma(\varphi_{4i}) \begin{vmatrix} x_H^{(4)} \\ y_H^{(4)} \end{vmatrix}.$$

Уравнение (10) зависит от пяти неизвестных параметров

$$P = [x_H^{(4)}, y_H^{(4)}, x_G, y_G, l_5].$$

Задавая произвольно x_G, y_G и выражая Δq_i через остальные неизвестные, получим

$$\Delta q_{iC} = [M_{Hi} - x_H^{(4)}]^2 + [N_{Hi} - y_H^{(4)}]^2 - l_5^2, \quad i = 1, \dots, n,$$

где

$$\begin{vmatrix} M_{Hi} \\ N_{Hi} \end{vmatrix} = \Gamma(\varphi_{4i}) \begin{vmatrix} X_{Bi} - X_F \\ Y_{Bi} - Y_F \end{vmatrix} + \Gamma(\theta_i - \varphi_{4i}) \begin{vmatrix} x_G \\ y_G \end{vmatrix}.$$

Согласно вышеизложенной процедуре, получаем

$$\begin{aligned} x_H^{(4)} &= \frac{D_{XH}}{D_6}, \quad y_H^{(4)} = \frac{D_{YH}}{D_6}, \quad H_H = \frac{D_{HH}}{D_5}, \\ l_5 &= \{2H_H + [x_H^{(4)}]^2 + [y_H^{(4)}]^2\}^{1/2}, \end{aligned} \quad (11)$$

где определители находятся из системы (7) заменой M_i, N_i на M_{Hi}, N_{Hi} .

Считая теперь $x_H^{(4)}$ и $y_H^{(4)}$ известными, преобразуем уравнения (10) относительно x_G, y_G

$$\Delta q_i = [M_{Gi} - x_G]^2 + [N_{Gi} - y_G]^2 - l_5^2, \quad i = 1, \dots, n,$$

где

$$\begin{vmatrix} M_{Gi} \\ N_{Gi} \end{vmatrix} = -\Gamma^{-1}(\theta_i) \begin{vmatrix} X_{Bi} - X_F \\ Y_{Bi} - Y_F \end{vmatrix} + \Gamma^{-1}(\theta_i - \varphi_{4i}) \begin{vmatrix} x_H^{(4)} \\ y_H^{(4)} \end{vmatrix}.$$

Неизвестные теперь определяются по формулам

$$\begin{aligned} x_G &= \frac{D_{XG}}{D_7}, \quad y_G = \frac{D_{YG}}{D_6}, \quad H_G = \frac{D_{HG}}{D_6}, \\ l_5 &= \{2H_G + [x_G]^2 + [y_G]^2\}^{1/2}, \end{aligned} \quad (12)$$

где определители находятся как и прежде.

Приняв значения x_G, y_G за исходные, проводим итерационный процесс, контролируя на каждом цикле итерации значение целевой функции (4). Для этого предлагается следующий алгоритм:

1. Задать $i = 0$ и произвольные значения $x_G^{(0)}, y_G^{(0)}$;
2. Присвоить $x_G = x_G^{(i)}, y_G = y_G^{(i)}$;
3. По формулам (11) найти $x_{H,i+1}^{(4)}, y_{H,i+1}^{(4)}, l_3^{(i)}$;
4. Присвоить $x_H^{(4)} = x_{H,i+1}^{(4)}, y_H^{(4)} = y_{H,i+1}^{(4)}$;
5. По формулам (12) найти $x_G^{(i+1)}, y_G^{(i+1)}, l_3^{(i+1)}$;
6. Посчитать целевую функцию S по формуле (4);
7. Присвоить $i = i + 1$ и вернуться к пункту 2.

Можно показать, что последовательность значений $S(p)$ будет убывающей и имеет предел, как последовательность, ограниченная снизу [2]. Итерации продолжают до тех пор, пока не будет найден минимум функций S .

После определения геометрических параметров механизма проводится его кинематический и силовой анализ. Целью кинематического анализа является определение линейных и угловых скоростей и ускорений. Они нужны для учета инерционных сил и моментов. Кинематический анализ МВК рассмотрен в работе [1]. Но в случае механизма подачи скорости звеньев и ускорения малы, поэтому инерционные силы и моменты можно не учитывать.

Силовой анализ данного МВК основан на применении уравнений равновесия плоской системы сил к каждому из звеньев и к группе Ассур IV класса. Из этих уравнений реакции в шарнирах $R_{и}$ можно выразить через веса звеньев и силы сопротивления на рабочем органе. Затем при помощи «жесткого рычага»

Н.Е. Жуковского можно определить уравнивающую силу на ведущем звене $F_{ур}$. Реакции в шарнирах и уравнивающая сила, как и взвешенная разность, определяется в каждом положении механизма.

Для проектировщика важно, чтобы определенные таким образом реакции в шарнирах и уравнивающая сила были минимальны. Они, как и оценка точности механизма, зависят от шести произвольно выбранных параметров варьируемой цепи. Теперь возникает задача оптимального выбора этих параметров из условия обеспечения минимума следующих трех критериев:

$$\Phi_1 = \max |R_{wi}|; \Phi_2 = \max F_{ур,i}, i = 1, \dots, n; \Phi_3 = \max \Delta q_i = \max [(X_{Gi} - X_{Hi})^2 + (Y_{Gi} - Y_{Hi})^2 - \ell_5^2]. \quad (13)$$

Причем, на погрешность механизма накладывается

критериальное ограничение

$$\Phi_3 < \varepsilon,$$

где ε — допустимая погрешность механизма. Кроме этого при решении задачи должны быть учтены функциональные ограничения (9).

Эта задача может быть решена методом Монте-Карло с учетом важности введенных критериев [3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Джолдасбеков У.А., Молдабеков М.М. Аналитические методы анализа и синтеза механизмов высоких классов. Алматы, 1997. 230 с.
2. Джолдасбеков У.А., Байгунчиков Ж.Ж., Ибраев С.М. Структурно-кинематический синтез плоских механизмов и манипуляционных устройств высоких классов со многими степенями свободы. Алматы: Гылым, 1993. 188 с.
3. Соболев И.М., Статников Р.Б. Выбор оптимальных параметров в задачах со многими критериями. М.: Наука, 1981. 110 с.

УДК 6.22.232.72

**Т.Е. ЕРМЕКОВ
Ж.С. НЕСИПБАЕВ
Т.У. САРСЕМБАЕВ**

Научные основы создания роботизированных комплексов для горнодобывающей промышленности

Запасы полезных ископаемых локальных участков рудных и нерудных, а также пластовых месторождений Республики Казахстан составляют миллионы тонн. Необходимо отметить, что существующее оборудование не подготовлено для разработки месторождений полезных ископаемых без постоянного присутствия людей в очистных и подготовительных забоях. Наиболее эффективной считается разработка роботизированными комплексами именно локальных участков месторождений полезных ископаемых, так как обеспечивается безлюдная выемка. По этому направлению работают ученые США, Японии, Англии, Германии и др.

В связи с вышеизложенным, необходима разработка новых технических решений. Применение существующего оборудования неэффективно. Разработанные новые технологические схемы [1] и технические средства [2] позволяют создать роботизированные комплексы для отработки локальных участков и селективной выемки пластовых месторождений полезных ископаемых (уголь, калийная соль, фосфор и т.д.) [3]. Высокая маневренность, возможность автоматизированного управления и повышение степени подвижности выемочных манипуляторов, созданных на базе [1] стреловидных исполнительных органов проходческих комбайнов [2], позволяют определить несколько новых способов обработки забоя [3].

Результаты экспериментальных работ показали, что конструктивные, кинематические и эксплуатационные параметры выемочных манипуляторов эффективно могут работать при обработке угольных целиков различного назначения при сопротивляемости резанию угля. Необходимо заметить, что совмещение нескольких движений (скорость подачи, подъема,

опускания и поворота стрелы в рабочем режиме) обеспечивает снижение удельных энергетических затрат на одну тонну добытого угля в 6–8 раз по сравнению с существующими очистными комбайнами.

В результате шахтных испытаний функциональных элементов (исполнительного органа, механизма гидравлических домкратных систем, опорно-поворотного устройства и аппаратуры управления) выемочных манипуляторов различных типов [1–5] показали, что устойчивость работы достигается выбором эффективного способа обработки забоя и гидравлических распорных устройств [3]. Нагрузки, формирующиеся в электрических и гидравлических приводах выемочного манипулятора, могут быть резко снижены путем адаптивно-программного управления с использованием информационных технологий и микропроцессорной техники [1–5].

Опыт работы выемочных манипуляторов в составе с механизированными комплексами типов КМ-130 и 40КП-70Б (без очистного комбайна) при обработке угольных целиков в условиях шахт карагандинского бассейна показали [1–5]:

1. Закономерность изменения тока электродвигателя исполнительного органа подтверждает работу выемочного манипулятора в рациональном режиме с учетом выбора способа обработки забоя;

2. Установленные теоретические, технические и эксплуатационные производительности выемочных манипуляторов позволяют обосновать нагрузку на очистной забой с учетом геологических и горно-технических факторов при работе одного или нескольких манипуляторов;

3. Установлена закономерность влияния физико-механических свойств разрушаемой среды при работе

нескольких выемочных манипуляторов, что определяет технически обоснованную нагрузку на очистной забой с учетом эксплуатационной производительности манипуляторов;

4. Установлена область эффективного применения разработанных технологических схем с использованием роботизированных комплексов:

- при флангово-фронтальной выемке угольных пластов с углом падения 0–55 градусов средней мощности в сложных горно-геологических условиях;
- при фронтальной выемке целиков угля различных конфигураций и забалансовых запасов;
- при проведении спаренных горных выработок широким ходом с оставлением породы в шахте;
- при селективной выемке угольных пластов мощностью 2,0–6,0 Ом при толщине породной прослойки 0,3–1,5 м или сближенные пласты с углом падения 0–55° с оставлением породы в качестве закладочных материалов в выработанном пространстве.

5. Разработано и утверждено техническое задание

на создание и освоение производства роботизированного комплекса для селективной выемки угольных пластов в соответствии с требованиями изделия угольного машиностроения ОСТ 12.14.095-89.

Заключение. Результаты проведенных теоретических и экспериментальных исследований очистных комплексов на базе автоматизированных выемочных манипуляторов показывают, что необходимо создание роботизированного комплекса для разработки пластовых месторождений полезных ископаемых открытым или подземным способами, которые обеспечивают отработку пластов со сложными горно-геологическими условиями, а также локальных участков в безотходную селективную выемку, защищены 48 изобретениями, дают возможность разрабатывать разные месторождения.

Система управления роботизированным комплексом обеспечивает адаптивно-программные системы функциональных элементов выемочного манипулятора, скребкового лавного конвейера, механизированной крепи, закладочных устройств в процессе раздельной выемки угля и породы (селективной) без постоянного присутствия людей в очистном забое.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сагинов А.С., Квон С.С., Ермаков Т.Е. Флангово-фронтальная выемка пластовых месторождений. Алма-Ата: Наука, 1983. 280 с.
2. Ермаков Т.С. Научные основы создания очистных комплексов на базе автоматизированных выемочных манипуляторов для отработки локальных участков и угольных пластов со сложными условиями: Дис... докт. техн. наук: Караганда: КарГТУ, 1996.
3. Ермаков Т.Е. Роботизированный комплекс для селективной безотходной и экологически чистой технологии угледобычи. // Изв. вузов. Горный журнал. Екатеринбург, 1992. №11. С. 113–116.
4. Ермаков Т.Е. Горные машины и оборудование и промышленные роботы: Учебник для студентов технических высших учебных заведений. Караганда: КарГТУ, 2000. 320 с.
5. Ермаков Т.Е., Несипбаев Ж.С., Нургужина Г.М. Автоматизация и роботизация промышленных оборудований: Учеб. пособие для студентов вузов. Жезказганский ун-т, 2000. 101 с.

УДК 622.002.5-587.5.42.19

П.П. ПАЛЕВ
В.А. ЭТТЕЛЬ
Е.В. СЕВОСТЬЯНОВ

Модель вибросигнала в задаче технической диагностики редукторов горных машин

Постановка задачи. Одним из способов технической диагностики механических систем является вибродиагностика, когда в качестве диагностической информации используется электрический сигнал, являющийся преобразованием одного из кинематических параметров вибрации: вибросмещения, виброскорости, виброускорения (вибросигнал) [1–6].

Редукторы горных машин функционируют в условиях случайных возмущений [7]. Для выемочных и проходческих комбайнов эти возмущения обусловлены случайным процессом разрушения горного массива и погрузкой отбитой горной массы. Для конвейеров случайный характер возмущений обусловлен случайным распределением отбитой горной массы на полотно конвейера. Случайные силы, действующие на элементы редукторов, вызывают случайную вибрацию.

Для описания случайной вибрации с единых позиций и использования эффективных алгоритмов определения оценок вероятностных характеристик необходимо выделить класс случайных процессов,

который может быть принят в качестве математической модели, адекватно описывающей случайную вибрацию. Причем под адекватностью модели будем понимать [8] правильное качественное описание случайной вибрации по выбранной системе характеристик. Другими словами, случайная вибрация должна быть отнесена к классу случайных процессов различной полноты, определяемой набором признаков классификации.

Для построения системы вероятностных характеристик вибросигнала, используемых при диагностике, достаточно ограничиться [6] основными классификационными признаками: зависимость вероятностных характеристик от начала отсчета времени (стационарность или нестационарность случайного процесса), классификация по наличию (отсутствию) связей между средним по аргументу и средним по множеству (эргодические и неэргодические случайные процессы), классификация по типу законов распределения, классификация по структуре случайного процесса.

Задачу отнесения случайной вибрации к тому или

иному классу случайных процессов будем решать путем анализа реализации виброскорости, используя методы теории статистических решений.

Реализация виброскорости была получена при измерении вибрации редуктора привода исполнительного органа комбайна «Урал-10 КСА» при работе его по калийному пласту Второго рудника Первого Солигорского рудоуправления ПО «Белорускалий». Описание конструкции комбайна «Урал-10 КСА» и кинематическая схема привода исполнительного органа содержатся в книге [9].

Измерение виброскорости производилось в ортогональной системе координат, вертикальная ось которой перпендикулярна плоскости разъема корпуса редуктора, горизонтальная ось направлена параллельно оси вала. Измерительный канал состоял из акселерометра типа 4338, усилителей типа 2651 и измерительного магнитофона типа 7003; электрический сигнал записывался на шлейфовый осциллограф. На рис. 1 в качестве примера показан отрезок реализации виброскорости.

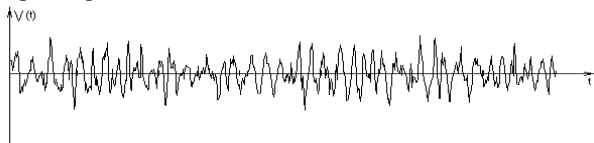


Рис. 1. Отрезок реализации виброскорости

Проверка стационарности. Произведем проверку выполнимости условий, позволяющих отнести вибросигнал к классу случайных процессов стационарных в широком смысле (или стационарных в смысле А.Я. Хинчина). Сделаем это по двум причинам. Во-первых, можно предположить, что некоторые важные допущения, выполнение которых позволяет выбрать модель стационарного в широком смысле случайного процесса для вибрации, выполняются. Для целей вибродиагностики измерение вибрации должно производиться в установившемся режиме работы горной машины, для которого никакой выбор начала отсчета времени не имеет никаких преимуществ перед любым другим его выбором. Кроме того, для возможности считать исследуемый случайный процесс стационарным вовсе не требуется, чтобы все его вероятностные характеристики совсем не менялись со временем; в действительности надо лишь требовать, чтобы они не менялись заметным образом в течение времени наблюдения за процессом [10]. Учитывая, что вибрационные колебания происходят с высокой частотой, время измерения вибросигнала будет ограниченным, и вышеуказанное условие будет выполнено. Во-вторых, приняв модель вибросигнала в виде стационарного в широком смысле случайного процесса, можно решить широкий круг вопросов вибродиагностики, оставаясь в рамках корреляционной теории случайных процессов.

Поскольку в силу физической сущности вибросигнал имеет нулевое математическое ожидание, то для принятия модели стационарного в широком смысле случайного процесса необходимо выполнение условий:

$$\mu_2 = M[X^2 t] = \text{const}, \quad (1)$$

$$K_{xx} = M[X t X t + \tau], \quad (2)$$

где M — оператор математического ожидания.

Как показывает практика анализа случайных процессов [11] в большинстве случаев, если выполняется условие (1), то выполняется и условие (2), так как среднее значение квадрата равно значению корреляционной функции при $\tau = 0$. Учитывая это обстоятельство, выполним проверку условия (1), используя критерий тренда [11]. Причем важно отметить, что этот критерий применим и в том случае, когда случайный процесс содержит квазигармонические составляющие.

Разделим реализацию виброскорости на десять равных интервалов, длиной 2 с каждый, вычислим для каждого интервала оценку дисперсии и составим таблицу.

ОЦЕНКА ДИСПЕРСИИ

σ_{x1}^2	σ_{x2}^2	σ_{x3}^2	σ_{x4}^2	σ_{x5}^2	σ_{x6}^2	σ_{x7}^2	σ_{x8}^2	σ_{x9}^2	σ_{x10}^2
1,77	1,68	1,72	1,80	1,81	1,79	1,69	1,83	1,75	1,78

Подсчитаем инверсии:

$$A_i = \sum_{j=i+1}^n h_{ij}, \quad i = \overline{1, 10},$$

где величина h_{ij} определяется по формуле

$$A_i = \begin{cases} 1, & \text{if } \sigma_{xi}^2 > \sigma_{xj}^2; \\ 2, & \text{if } \sigma_{xi}^2 \leq \sigma_{xj}^2. \end{cases}$$

Сопоставляя данные таблицы, найдем: $A_1 = 5$; $A_2 = 0$; $A_3 = 2$; $A_4 = 4$; $A_5 = 4$; $A_6 = 3$; $A_7 = 0$; $A_8 = 2$; $A_9 = 1$.

Определим общее число инверсий:

$$A = \sum_{i=1}^{n-1} A_i, \quad A = 21.$$

Рассмотрим гипотезу H_0 : последовательность σ_{xi}^2 не содержит тренда. Область принятия гипотезы будет определяться неравенством:

$$A_{10;1-\alpha/2} < A < A_{10;\alpha/2}.$$

Зададимся вероятностью $\alpha = 0.05$; по данным [12, табл. 6,7] находим $A_{10;0.975} = 11$ и $A_{10;0.025} = 31$. Таким образом, гипотеза H_0 может быть принята при 5% уровне значимости, так как 21 попадает в интервал между 11 и 31. Изменение σ_x^2 в последовательности объясняется выборочной изменчивостью.

Проверка эргодичности. С точки зрения выяснения эргодических свойств, эту задачу удобно решать, если воспользоваться критерием сходимости в среднеквадратическом смысле [13]:

$$\lim_{T \rightarrow \infty} M \left\{ \left| \phi x - \phi^* x \right|^2 \right\} = 0, \quad (3)$$

где T — продолжительность наблюдения процесса;

ϕx — выборочная функция, полученная усреднением по ансамблю реализаций;

$\phi^* x$ — выборочная функция, полученная усреднением по времени.

В рамках поставленной задачи необходимо установить эргодичность случайной вибрации по отношению к дисперсии и корреляционной функции. Однако всякая стационарная случайная функция, эргодическая по отношению к ее корреляционной функции, является также эргодической по отношению к ее дисперсии [13]. Поэтому достаточно установить эргодичность случайной вибрации по отношению к ее корреляционной функции. Таким образом, условие (3) примет вид

$$\lim_{T \rightarrow \infty} M \left[\left\{ \frac{1}{T-\tau} \int_0^{T-\tau} x(t) * x(t+\tau) - K_{xx}(\tau) \right\}^2 \right] = 0. \quad (4)$$

Как показано в [14], условие (4) приводится к виду

$$\lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T-\tau} \int_0^{T-\tau} \left(1 - \frac{\tau}{T} \right) [K_x^2(\tau) + K_x(\tau-u) * K_x(\tau+u)] d\tau = 0. \quad (5)$$

В свою очередь в [10] доказано, что (5) может быть заменено менее жестким условием, а именно корреляционная функция $K_x(\tau)$ должна удовлетворять предельному соотношению

$$\lim_{T \rightarrow \infty} K_x(\tau) = 0. \quad (6)$$

График корреляционной функции виброскорости, вычисленной по формуле

$$K_x(\tau) = \frac{1}{T-\tau} \int_0^{T-\tau} x(t) * x(t+\tau) dt,$$

показан на рис. 2.

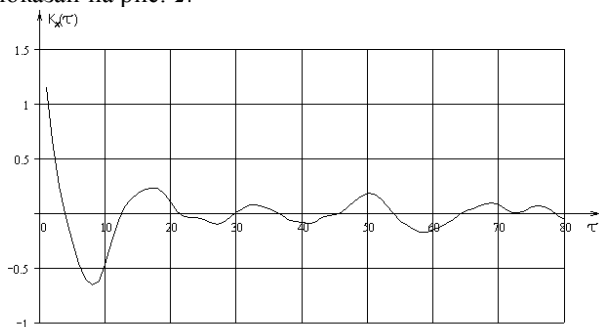


Рис. 2. Корреляционная функция виброскорости

График корреляционной функции свидетельствует о том, что виброскорость содержит квазигармонические составляющие, обуславливающие незатухающий характер изменения $K_x(\tau)$. Учитывая это, представим виброскорость в виде суммы:

$$x(t) = n(t) + \sum_{i=1}^m A_i \cos \varpi_i t + \theta_i, \quad (7)$$

где $n(t)$ — случайный процесс с нулевым математическим ожиданием, для которого выполняется условие эргодичности (6);

A_i и θ_i — случайные амплитуда и фаза i -й составляющей.

Поскольку для $x(t)$ выполняется условие стационарности, то необходимо установить, при каких усло-

виях могут быть стационарными в широком смысле составляющие

$$\varepsilon_i(t) = A_i \cos \varpi_i t + \theta_i = A_i \cos \varpi_i t \cdot \cos \theta_i - \sin \varpi_i t \cdot \sin \theta_i.$$

Как показал С.М. Рытов [16], для этого должны выполняться условия

$$M A_i = 0, \quad (8)$$

$$M \cos \theta_i = M \sin \theta_i = 0. \quad (9)$$

Чтобы выполнялось условие (9), плотность вероятности случайной фазы $\varphi(\theta_i)$ должна быть ортогональна в интервале $(0 \dots 2\pi)$ к $\cos \theta_i$ и $\sin \theta_i$, то есть представима рядом Фурье

$$\phi(\theta_i) = \frac{1}{2\pi} + \sum_{n=2}^{\infty} a_n \cos n\theta_i + b_n \sin n\theta_i. \quad (10)$$

Если ряд (10) не будет содержать члены с $n = 2$, тогда $M \cos 2\theta_i = M \sin 2\theta_i = 0$ и корреляционная функция $\varepsilon_i(t)$ будет зависеть только от τ

$$K_{\varepsilon_i}(\tau) = \frac{M[A_i^2]}{2} \cos \varpi_i \tau.$$

Таким образом, если A_i и θ_i — независимые случайные величины, то стационарность $\varepsilon_i(t) = A_i \cos \varpi_i t + \theta_i$ в широком смысле обеспечивается, если $M[A_i^2]$ конечно, а плотность распределения θ_i имеет вид

$$\phi(\theta_i) = \frac{1}{2\pi} + \sum_{n=3}^{\infty} a_n \cos n\theta_i + b_n \sin n\theta_i, \quad (11)$$

число частот ϖ_i и их величину удобно определять по графику спектральной плотности. На рис. 3 показан график спектральной плотности виброскорости, построенный путем Фурье-преобразования корреляционной функции

$$S_x(\varpi) = 2 \int_0^{\infty} K_x(\tau) \cos \varpi \tau \cdot d\tau,$$

из которого видно, что виброскорость содержит две квазигармонические составляющие с частотами 26 и 75 с⁻¹. На частоте 36.4 с⁻¹ происходит затухание корреляционной функции, что видно из графика корреляционной функции.

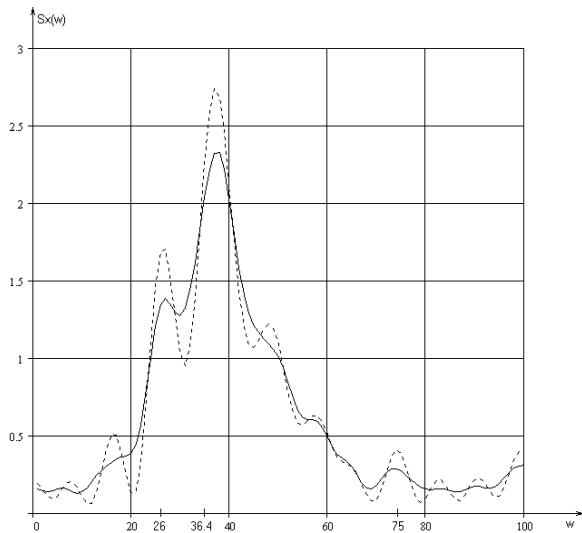


Рис. 3. Оценка спектральной плотности виброскорости

Проверка гипотезы о виде закона распределения. Выбор закона распределения производится или на основании теоретико-вероятностного исследования физической сущности реального явления, либо на основе экспериментальных данных. Поскольку вибрационные процессы в горных машинах изучены недостаточно, то для установления вида закона распределения вероятностей следует использовать экспериментальные данные. В этом случае по имеющейся реализации определяется оценка одномерной плотности распределения вероятности и строится гистограмма. Затем (чаще всего по виду гистограммы) назначается статистическая модель и проверяется гипотеза о соответствии модели экспериментальным данным. Однако для решения задачи сравнения согласия эмпирической функции распределения вероятностей вибросигнала с некоторой статистической моделью не могут быть применены хорошо разработанные методы, основанные на использовании так называемых критериев согласия. Это объясняется тем, что между ординатами реализации вибросигнала (как и любого случайного процесса) существует корреляционная связь, тогда как во все критерии согласия входит объем выборки, то есть число независимых реализаций случайной величины.

Следует отметить, что важным является не установление конкретного вида распределения вероятностей, а принятие (или отклонение) гипотезы об отнесении вибросигнала к классу стационарных случайных процессов, имеющих нормальный закон распределения вероятностей. Объясняется это тем, что случайный процесс с нормальным законом распределения вероятностей (нормальный случайный процесс), во-первых, наиболее изучен теоретически, во-вторых, обладает рядом свойств, важных для решения прикладных задач. Учитывая это, был применен критерий, предложенный в [18]. Этот критерий может быть применен для случайных процессов и позволяет отклонить гипотезу о нормальности закона распределения.

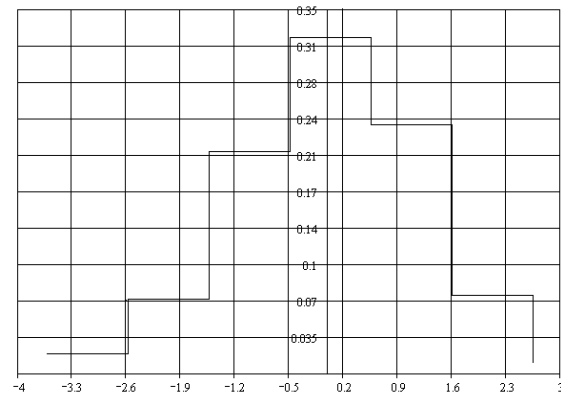


Рис. 4. Оценка закона распределения виброскорости

По реализации виброскорости была построена оценка одномерного закона распределения. При этом была применена методика построения, имеющаяся в [17]. Построенная оценка показана на рис. 4. Из рис. 4 видно, что распределение вероятности имеет асим-

метрию и отлично от нормального закона.

Был рассчитан критерий [18]:

$$y = \frac{1}{T} \sum_i \left[\frac{f^* x_i - f x_i}{f x_i} \right]^2 \Delta x_i,$$

где $f^* x_i$ — значение эмпирической плотности распределения вероятностей;

$f x_i$ — расчетная плотность распределения вероятностей;

Δx_i — интервал измерения x .

Гипотеза о нормальном законе распределения вероятностей принимается, если $y < y_{\max}$, и отклоняется — в противном случае. Табличное значение критерия $y_{\max}$ в зависимости от уровня значимости $(1-\alpha)$ находится по интегральной функции распределения вероятностей:

$$F_y y_{\max} = 1 - \alpha,$$

значения которой содержатся в [12].

Расчетное значение критерия $y^* = 0.863$; табличное значение для $\alpha = 0.05$, $y_{\max} = 0.74$. Так как $y^* = 0.863 > y_{\max} = 0.74$, то гипотезу о соответствии экспериментальных данных нормальному закону распределения следует отклонить.

Таким образом, результаты выполненных исследований позволяют сделать следующий вывод. Относительно вероятностных характеристик, используемых в задаче вибродиагностики технического состояния редукторов горных машин, в качестве модели вибросигнала может быть принята модель стационарного случайного процесса, удовлетворяющего эргодическому свойству и имеющего распределение вероятностей, отличное от нормального закона. В структурном отношении случайный процесс, выступающий в качестве модели вибросигнала, представляет сумму двух слагаемых — собственно случайного процесса с нулевым математическим ожиданием и квазигармонических составляющих, обусловленных кинематическими и динамическими возмущениями, действующими в системе редуктор–исполнительный механизм.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Генкин М.Д. Соколова А.Г. Виброакустическая диагностика машин и механизмов. М.: Машиностроение, 1987. 288 с.
2. Вопросы акустической диагностики. Генкин М. Д. и др. // Методы виброизоляции машин и присоединенных конструкций. М.: Наука, 1975.
3. Бардаченко В.В. Исследование и разработка аналитических методов технической диагностики сложных объектов по виброакустическим процессам: Автореф. ... дис. канд. техн. наук. Рижск. политехн. ин-т. Рига, 1975.
4. Попков В.И. Виброакустическая диагностика и снижение виброактивности судовых механизмов. Л.: Судостроение, 1974. 218 с.
5. Павлов Б.В. Акустическая диагностика машин. М.: Машиностроение, 1971. 222 с.
6. Биргер И.А. Техническая диагностика. М.: Машиностроение, 1978. 240 с.
7. Семенча П.В., Зислин Ю.А. Редукторы горных машин. Конструкция, расчет, испытания. М.: Недра, 1990. 237 с.
8. Блехман И.И., Мышкис А.Д., Пановко Я.Г. Механика и прикладная математика: Логика и особенности приложений математики. 2-е изд., исп. и доп. М.: Наука, 1990. 360 с.
9. Комбайны для добычи калийных руд / Всесоюз. науч.-исслед. ин-т добычи и галургии / Министерство по производству мин. удобрений СССР: Сбор. / С.К. Кабиев, П.П. Палев и др. М.: Недра, 1990.
10. Хинчин А.Я. Теория корреляции стационарных стохастических процессов / Пер. с нем. // Успехи мат. наук. 1938. Вып. 5.
11. Дж. Бендат, А. Пирсол. Измерение и анализ случайных процессов / Пер. с англ. Г.В. Матушевского и В.Е. Привальского; Под ред. И.В. Коваленко. М.: Мир, 1971.
12. Большов Л.Н., Смирнов Н.В. Таблицы математической статистики. М.: ВЦ АН СССР, 1968.
13. Романенко А.Ф., Сергеев Г.А. Вопросы прикладного анализа случайных процессов. М.: Сов. радио, 1968.
14. Лившиц Н.А., Пугачев В.Н. Вероятностный анализ систем автоматического управления. М.: Сов. радио, 1963.
15. Иванов Б.А. и др. Математические основы теории автоматического регулирования: Учеб. пособие для вузов / Под ред. Б.К. Чемоданова. М.: Высш. шк., 1971.
16. Рытов С.М. Введение в статистическую радиофизику. М.: Наука, 1966.
17. Свешников А.А. Прикладные методы теории случайных функций. 2-е изд. перераб. и доп. М.: Наука, 1965.
18. Чуберкис В.П. Проверка гипотезы о нормальности одномерного закона распределения стационарного случайного процесса // Автоматика и телемеханика. 1968. № 11.

УДК 625.7.001

А.Б. КЛОК

Морфологический анализ технических решений гидромолотов

Сущность морфологического анализа [1,2] состоит в выделении всех независимых переменных проектируемой системы, перечислении возможных значений этих переменных и генерировании альтернатив перебором всех возможных сочетаний этих значений. Переменными могут служить функции, элементы и физические операции, а возможными значениями этих переменных соответственно способы выполнения

функций, особенности выполнения элементов и физико-технические эффекты, реализующие физические операции.

Представленные в [3] функциональные структуры практически решают выделение указанных независимых переменных. Так, при разработке конструктивной функциональной структуры (КФС) выполнены декомпозиция гидромолота по составу и декомпозиция

функции гидромолота, а при построении потоковой функциональной структуры (ПФС) — декомпозиция физической операции гидромолота. Таким образом, первая задача морфологического анализа решена.

Для решения второй задачи, т.е. выявления возможных значений этих переменных, воспользуемся существующими классификациями [4, 5, 6, 7, 8, 9] ГИС и их элементов, а также патентными источниками и фирменными проспектами.

Выполним морфологический анализ, используя в качестве переменных функции элементов [3] гидромолота. При использовании в качестве переменной функции, необходимо расчленить общую функцию элемента на частные и отыскать возможные способы их выполнения.

Функцией исполнительного устройства (ИУ) является формирование импульсных сил и обеспечение импульсной энергии на инструменте. Анализ технических решений гидромолотов, результаты которого отражены в существующих классификациях [4, 5, 6, 7, 8, 9], позволил сделать вывод: выполнение общей функции ИУ обеспечивается (рис. 1) тремя частными, каждая из которых имеет свои способы реализации.

Функция использования гидравлической связи отражает участие в формировании импульсных сил гидравлической и упругой связей и имеет два способа реализации: ИУ постоянной и переменной структуры.

ИУ постоянной структуры — системы, в которых гидравлическая связь между поршнем-бойком и насосной установкой сохраняется в течение всего рабочего цикла.

ИУ переменной структуры — системы, в которых гидравлическая связь между поршнем-бойком и насосной установкой периодически разрывается и его движение осуществляется под действием упругой связи (а.с. СССР № 648677, 761652).

Можно еще уточнить вышеописанные два способа реализации данной функции, используя понятия — «напорные» и «проточные системы».

Напорные ИУ — системы, в которых управление гидравлической связью осуществляется таким образом, что преднамеренное непосредственное соединение напорной магистрали со сливной практически исключается. Это предопределяет необходимость и делает возможным использование в ГИС с гидромолотами, имеющими напорные ИУ, сетевых аккумуляторов, обеспечивающих более равномерную нагрузку на источник энергии. В ИУ постоянной структуры возможна реализация лишь напорной схемы, но в них можно обойтись без упругих связей.



Рис. 1. Декомпозиция функции ИУ гидромолота и способы ее реализации

Проточные ИУ — системы, в которых имеются явно выраженные периоды соединения напорной магистрали непосредственно со сливной, в результате чего разрывается связь между насосом и поршнем-бойком ИУ. В ИУ переменной структуры возможна реализация напорных и проточных схем.

Функция формирования силовых воздействий на поршень-боек отражает структуру формирования гидравлических связей между камерами ИУ и насосом, обеспечивающих формирование импульсных сил, и имеет три способа реализации: прямого, обратного и двойного действия.

ИУ прямого действия — система, в которой управляемой является камера рабочего хода.

ИУ обратного действия — система, в которой управляемой является камера холостого хода.

ИУ двойного действия — система, в которой управляемыми являются обе камеры.

Под управляемой камерой следует понимать камеру, которая на разных фазах рабочего цикла соединяется с насосом и отсоединяется от него. Для двухкамерных ИУ это означает, что неуправляемая камера постоянно соединена с насосом. В однокамерных ИУ обязательно наличие упругой связи.

Функция вытеснения рабочей жидкости из камеры холостого хода на периоде рабочего хода учитывает влияние на формирование импульсных сил сопротивления перетеканию жидкости и имеет два способа реализации: прямое и подготовленное вытеснение.

ИУ прямого вытеснения — система, у которой на периоде рабочего хода вытеснение рабочей жидкости из камеры холостого хода происходит непосредственно в сливную магистраль.

ИУ подготовленного вытеснения — системы, у которых на периоде рабочего хода вытеснение рабочей жидкости из камеры холостого хода происходит в специально подготовленную камеру (а.с. СССР № 648677).

Дополним морфологический анализ функций ИУ морфологическим анализом его исполнения.

Исполнительные устройства гидромолотов включают корпус и, как правило, один поршень-боек (одно-массовые), хотя известны (а.с. СССР № 520438) технические решения двухпоршневых (многомассовые) ИУ, которые образуют одну, две или более гидравлические камеры переменного объема (одно- и

двух-более камерные).

Однокамерные ИУ применяются в гидромолотах переменной структуры и должны быть снабжены упругой связью для воздействия на поршень-боек при его рабочем или холостом ходе. В гидромолотах переменной структуры (а.с. СССР N 761652, 648677) применяются также двухкамерные ИУ. В двухкамерных ИУ одна из камер используется как вспомогательная для накопления жидкости, вытесняемой из основной (рабочей) камеры).

В гидромолотах постоянной структуры двухкамерные ИУ не требуют применения в них упругих связей.

Результаты морфологического анализа ИУ гидромолотов представлены на рис. 2, где выделены три независимые переменные, характеризующие исполнения ИУ, каждая из которых имеет по два способа реализации.

Следует отметить, что именно функция ИУ гидромолота определяет функцию распределительного устройства (РУ), т.е. создание потока жидкости, обеспечивающего формирование импульсных сил в ИУ.

Поэтому декомпозиция функции ИУ особого смысла не имеет и целесообразно в основу морфологического анализа РУ положить особенности его исполнения, которые и будут отражать функцию РУ.

Основными элементами распределительного устройства являются корпус и распределительный элемент (запорно-регулирующий элемент).

Наибольшее применение в гидромолотах имеют РУ с распределительным элементом золотникового типа, однако известны технические решения с распределительным элементом клапанного типа: с упруго-эластичным клапаном (а.с. СССР № 800349) и клапаном-захватом (а.с. СССР № 581253).



Рис. 2. Признаки исполнения ИУ гидромолота и способы их реализации

Среди возможных исполнений РУ наиболее часто используются двухпозиционные. Известны и трехпозиционные РУ (патент США № 3620312; патент ФРГ № 2648206) с полным перекрытием всех коммутируемых каналов в среднем положении.

По числу внешних гидрولينей, коммутирование которых осуществляет РУ, в гидромолотах известны двух-, трех-, четырех- и более линейные. Двухлинейные двухпозиционные РУ возможны только в гидромолотах переменной структуры проточных. Трехлинейные двухпозиционные РУ характерны для гидромолотов с одной управляемой камерой прямого вытеснения. Для всех других вариантов характерно использование четырех- и более линейных двухпозици-

онных РУ.

С учетом вышесказанного выявлены (рис. 3) три независимые переменные, характеризующие исполнение РУ, каждая из которых имеет несколько способов реализации.



Рис.3. Признаки исполнения РУ гидромолота и способы их реализации

Ациклическое управление РУ формируется с помощью введения разнообразных обратных связей, посредством которых состояние РУ становится в зависимость от состояния ИУ — перемещения, скорости, ускорения поршня-бойка. В связи с этим функция формирования сигналов управления РУ может быть реализована с использованием следующих принципов построения обратных связей: по скорости, ускорению, перемещению и с комбинированной обратной связью. На рис. 4 представлены результаты морфологического анализа функции элемента обратной связи, имеющей четыре способа реализации.



Рис. 4. Способы реализации функции элемента обратной связи

Наибольшее распространение в современных гидромолотах получила обратная связь по перемещению поршня-бойка, при определенных положениях которого открываются соответствующие протоки в корпусе и формируются сигналы управления РУ. Используются комбинированные принципы построения обратной связи по перемещению и ускорению поршня-бойка, где золотник РУ реагирует на резкое изменение скорости поршня-бойка при соударении с инструментом (а.с. № 359349), а также по перемещению и скорости поршня-бойка (а.с. № 761652), где золотник РУ

удерживается скоростной составляющей потока жидкости, обусловленного скоростью поршня-бойка.

Выполненный морфологический анализ позволил выявить независимые переменные на уровне функций и исполнения элементов гидромолотов и установить способы их реализации, тем самым решив задачу систематизации знаний о структурах систем данного класса. В результате морфологического анализа (рис. 1...4) выявлено десять независимых переменных: по исполнительному устройству — шесть (рис. 1 и 2), распределительному устройству — три (рис.3), элементу обратной связи — одна (рис. 4), каждая из которых имеет несколько способов реализации. Напри-

мер, независимая переменная «принцип использования гидравлической связи» (рис. 1) будет иметь три способа реализации: постоянной структуры напорные, переменной структуры напорные и переменной структуры проточные. Независимая переменная «особенности формирования силовых воздействий на поршень-боек» (рис. 1) имеет три способа реализации: прямого действия, обратного действия и двойного действия.

Описание независимых переменных и способов их реализации приведено в морфологической таблице. Полученная морфологическая таблица является основой для синтеза технических решений гидромолотов.

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ТАБЛИЦА ГИДРОМОЛОТОВ

Элемент	Независимая переменная	Способ реализации	Обозначение
Исполнительное устройство (ИУ)	Принцип использования гидравлической связи (Ф0-1-1)	Переменной структуры напорные	X ₁
		Постоянной структуры напорные	X ₂
		Переменной структуры проточные	X ₃
	Способ вытеснения жидкости на рабочем ходе поршня-бойка (Ф0-1-2)	Прямое вытеснение	X ₄
		Подготовленное вытеснение	X ₅
	Особенности формирования силовых воздействий на поршень-боек (Ф0-1-3)	Двойного действия	X ₆
		Прямого действия	X ₇
		Обратного действия	X ₈
	Количество гидравлических камер переменного объема (Ф0-1-4)	Однокамерные	X ₉
		Двух- и более камерные	X ₁₀
	Наличие упругих связей (Ф0-1-5)	С упругой связью	X ₁₁
		Без упругих связей	X ₁₂
	Количество подвижных масс (Ф0-1-6)	Одномассовое	X ₁₃
		Двухмассовое	X ₁₄
Распределительное устройство (РУ)	Тип распределительного устройства (Ф0-2-1)	Золотниковое	X ₁₅
		Клапанное	X ₁₆
	Число внешних гидролиний распределительного устройства (Ф0-2-2)	Двухлинейное	X ₁₇
		Трехлинейное	X ₁₈
		Четырех- и более линейное	X ₁₉
	Число позиций распределительного элемента (Ф0-2-3)	Двухпозиционное	X ₂₀
		Трех- и более позиционное	X ₂₁
Элемент обратной связи (ЭОС)	Формирование сигналов управления распределительным устройством (Ф0-3)	Обратная связь по перемещению	X ₂₂
		Обратная связь по скорости	X ₂₃
		Обратная связь по ускорению	X ₂₄
		Комбинированная обратная связь	X ₂₅

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Введение в системный анализ. М.: Высш. шк., 1989. 367 с.
2. Половинкин А.И. Основы инженерного творчества. М.: Машиностроение, 1988. 368 с.
3. Клок А.Б. Структурный анализ гидрообъемных импульсных систем // Труды университета. Вып. 4. Караганда: КарГТУ, 1999. С. 150–153.
4. Янцен И.А., Ешуткин Д.Н., Бородин В.В. Основы теории и конструирования гидропневмоударников. Кемерово: Кемер. книж. изд-во, 1977. 245 с.
5. Сагинов А.С., Кичигин А.Ф., Лазуткин А.Г., Янцен И.А. Гидропневмоударные системы исполнительных органов горных и строительно-дорожных машин. М.: Машиностроение, 1980. 200 с.
6. Сагинов А.С., Янцен И.А., Ешуткин Д.Н., Пивень Г.Г. Теоретические основы создания импульсных систем ударных органов машин. Алма-Ата: Наука, 1985. 256 с.
7. Алимов О.Д., Басов С.А. Гидравлические виброударные системы. М.: Наука, 1990. 352 с.
8. Архипенко А.П., Федулов А.И. Гидравлические ударные машины. Новосибирск: ИГД СО АН СССР, 1991. 106 с.

УДК 612.014.45:
622.243.95–752:622.34.

К.Б. КЫЗЫРОВ
Г.Г. ТАТКЕЕВА

Горизонтальные колебания системы «человек–машина»

Проблема борьбы с горизонтальными составляющими вибрации на рабочем месте оператора горных машин в настоящее время является актуальной [1]. Например, при расчете параметров виброизоляции сиденья от колебаний, направленных горизонтально с учетом тела человека [2], выяснилось, что в литературных источниках отсутствует амплитудно-частотные характеристики «сиденье–грудь человека» для горизонтальных колебаний.

Для экспериментального определения таких характеристик был создан стенд для возбуждения колебаний в горизонтальной плоскости. В эксперименте использовалась виброизмерительная аппаратура фирмы «Брюль и Кьер».

При измерении на экспериментальном стенде один акселерометр устанавливался на сиденье, другой закреплялся на груди человека. Акселерометры были выбраны таким образом, чтобы их чувствительности отличались не более чем на 1%. Это позволило в дальнейшем упростить регулировку анализатора спектра по достижении полной идентичности измерения вибрации по двум каналам.

Усилитель заряда реагирует на изменения входного заряда, и поскольку емкость, на которой развивается заряд, не меняет ее силу, величина выходного напряжения усилителя заряда не зависит от емкости кабеля.

Выходы усилителей зарядов соединялись с входами анализаторов спектра, которые играли роль основных усилителей сигнала, с выходов которых одновременно по двум измерительным трактам (сиденье и грудь человека) шла запись сигнала на двухканальном измерительном магнитофоне. Скорость записи составляла 1,5 дюйма в секунду.

Перед началом эксперимента чувствительность обоих измерительных трактов делалась идентичной с помощью настройки входных усилителей анализаторов спектра. Вибрационный сигнал для калибровки создавался возбудителем колебаний, питаемым напряжением от генератора звуковой частоты.

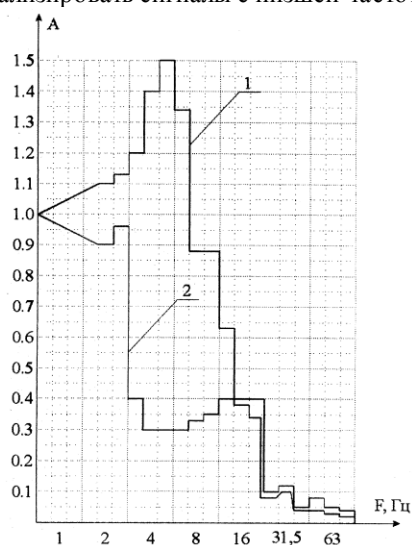
Выбор людей для определения динамических характеристик тела человека производился исходя из средних антропологических показателей: рост 170–175 см, масса 70–72 кг.

Участок магнитной ленты длиной около 3 м с записанными одновременно вибрационными сигналами на сиденье и груди человека заправлялся в петлевой адаптер магнитофона. Далее производился частотный анализ каждого из двух вибрационных сигналов отдельно. Для этого выход соответствующего канала магнитофона соединялся с входом анализатора частот. Анализатор производил третьоктавный анализ, а с его выхода сигнал подавался на самописец уровня, где спектрограмма вибраций окончательно оформлялась на бумаге. Скорость воспроизведения магнитофона при

обработке составляла 15 дюймов в секунду, то есть в 10 раз больше чем при записи. Этим самым достигались две цели:

- уменьшалась погрешность результатов измерения за счет преобразования низких частот в более высокие;

- появилась возможность, применяя анализатор частот, который начинает третьоктавный анализ только с 20 Гц, анализировать сигналы с низшей частоты– 2 Гц.



Амплитудно-частотные характеристики системы «сиденье–грудь человека»: 1 — вдоль оси X; 2 — вдоль оси Y

Ввиду того, что главной задачей эксперимента было определение амплитудно-частотных характеристик, значение которых равны отношению вибрации на груди человека к вибрации на сиденье в каждой третьоктавной полосе частот, абсолютные значения виброускорений в м/с^2 не определялись, а результаты эксперимента представлялись в виде условных единиц измерения.

Окончательные усредненные данные для трех человек, полученные после обработки, представлены в табл. 1, 2 и на рисунке.

Из этих данных видно, что амплитудно-частотная характеристика системы «сиденье–грудь» вдоль оси Y имеет меньшие значения, чем вдоль оси X во всем диапазоне частот. Так же во всем диапазоне частот вибрация на груди меньше вибрации стола для колебаний вдоль оси Y, в то время как при колебаниях вдоль оси X аналогичные уменьшения вибрации начинается после 6–7 Гц. Пик амплитудно-частотных характеристик приходится для вибрации вдоль оси X на 5 Гц, вдоль оси Y на 2.5 Гц. Такая разница резонансных частот может быть связана с большей жесткостью тела человека в плоскости YZ по сравнению с

жесткостью в плоскости XZ .

Таблица 1

ПАРАМЕТРЫ ВИБРАЦИИ СИСТЕМЫ «СИДЕНЬЕ–ГРУДЬ ЧЕЛОВЕКА» ПО ОСИ X

Точка измерения АЧХ	Среднегеометрические частоты третьоктавных полос, Гц																
	2	2,5	3,15	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80
Сиденье, у.е.	6,9	7,1	8,0	6,8	6,0	5,7	9,0	8,0	6,2	5,8	4,8	4,0	4,0	3,2	2,8	1,4	0,8
Грудь, у.е.	7,1	8,0	9,6	9,5	9,0	7,6	7,9	7,0	3,9	2,3	1,9	0,4	0,48	0,16	0,22	0,07	0,03
АЧХ	1,1	1,13	1,2	1,4	1,5	1,34	0,88	0,88	0,63	0,40	0,40	0,1	0,12	0,05	0,08	0,05	0,04

Таблица 2

ПАРАМЕТРЫ ВИБРАЦИИ СИСТЕМЫ «СИДЕНЬЕ–ГРУДЬ ЧЕЛОВЕКА» ПО ОСИ Y

Точка измерения АЧХ	Среднегеометрические частоты третьоктавных полос, Гц																
	2	2,5	3,15	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80
Сиденье, у.е.	6,8	7	8	6,6	6,2	6,7	6,0	5,8	5,8	5,4	4,4	3,7	3,6	2,8	2,6	1,1	0,5
Грудь, у.е.	6,1	6,7	3,2	2,0	1,9	2,0	2,0	2,0	2,3	2,1	1,5	0,3	0,36	0,11	0,1	0,033	0,01
АЧХ	0,9	0,96	0,40	0,30	0,30	0,3	0,33	0,35	0,40	0,38	0,34	0,08	0,1	0,04	0,04	0,03	0,02

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Таткеева Г.Г. О проблеме борьбы с горизонтальными составляющими вибрации на рабочем месте оператора горных машин // Межд. науч. конф. «Наука и образование-ведущий фактор стратегии «Казахстан-2030». Караганда, 1999. С. 199.
2. Таткеева Г.Г. Математическая модель системы «оператор–сиденье–пол» при горизонтальных колебаниях // Труды КАРГТУ. Вып. 5. Караганда, 1999. С. 98.

УДК 625.7.001

А.Б. КЛОК

Синтез технических решений гидромолотов

Синтез технических решений является формализованной процедурой, заключающейся в переборе всех возможных сочетаний способов реализации независимых переменных, каждое из которых и составляет вариант технического решения гидромолотов. При этом отражаются структурные взаимодействия между элементами, их функциями и исполнением.

Общее число вариантов определяется [1] по формуле

$$N_B = \prod_{i=1}^n K_i,$$

где n — число независимых переменных;

K_i — число способов реализации i -й независимой переменной.

Используя разработанную [2] морфологическую таблицу, можно синтезировать 6912 ($N_B = 3 \times 3 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 3 \times 2 \times 4 = 6912$) вариантов технических решений гидромолотов, включающих все известные, а также новые технические решения, учитывающие различные способы реализации функций и исполнения элементов. При этом каждое техническое решение будет описано десятью символами (по числу независимых переменных), сочетание которых формируется использованием по одному способу реализации каждой независимой переменной в данном техническом решении.

Анализ морфологической таблицы позволил выделить специфические и общие признаки гидромоло-

тов. К специфическим признакам отнесены количество подвижных масс и тип распределительного устройства, имеющие по два способа реализации соответственно одномассовые (X_{13}) и двухмассовые (X_{14}), золотниковое (X_{15}) и клапанное (X_{16}). Остальные признаки отнесены к общим.

Из специфических признаков могут быть сформированы четыре группы молотов: одномассовые с золотниковым РУ ($X_{13}X_{15}$ * * * * *), одномассовые с клапанным РУ ($X_{13}X_{16}$ * * * * *), двухмассовые с золотниковым РУ ($X_{14}X_{15}$ * * * * *) и двухмассовые с клапанным РУ ($X_{14}X_{16}$ * * * * *). Звездочками в кодах отмечены позиции, в которых символы формируются сочетанием способов реализации общих признаков.

Общие признаки разделены на три группы: по функциям элементов ИУ и РУ ($X_1 \dots X_8$), по исполнению элементов ИУ и РУ ($X_9 \dots X_{12}$, $X_{17} \dots X_{21}$) и по способам реализации элемента обратной связи ($X_{22} \dots X_{25}$). Первая группа дает восемнадцать сочетаний, вторая — двадцать четыре и третья — четыре.

Тогда общее число вариантов технических решений, которые можно получить, используя способы реализации независимых переменных указанных трех групп, составит одну тысячу семьсот двадцать восемь ($18 \times 24 \times 4 = 1728$). Так как варианты технических решений генерировались по общим признакам, то они будут идентичны для выделенных четырех специфических признаков.

ческих групп гидромолотов, т.е. каждая из них будет содержать по 1728 вариантов, что отразится в символах (с третьего по десятый) кодов технических решений. Всего по четырем группам и получится 6912 вариантов ($4 \times 1728 = 6912$). Результаты выполненного анализа представлены в виде морфологического графа (рис. 1), позволяющего формализовать процедуру синтеза технических решений и упростить анализ полученных вариантов.

Рассмотрим синтез технических решений гидромолотов по общим признакам. Фрагмент матрицы технических решений представлен в таблице 1. Она состоит из восьми столбцов, число которых равно числу независимых переменных, включенных в общие признаки. Заглавиями столбцов являются обозначения независимых переменных (Ф0-1-1, Ф0-1-2 и т.д.), приведенные в морфологической таблице [2]. Каждый столбец разделен на соответствующее число способов их реализации. Заглавиями их являются обозначения способов реализации (X_1, X_2, X_3 и т.д.), приведенные в морфологической таблице, из которых формируется обозначение варианта технического решения. Два первых символа обозначены звездочками, которые могут быть заменены на коды четырех специфических групп молотов.

Синтез технических решений гидромолотов по общим признакам можно разделить на ряд операций.

В первой операции выполняется синтез вариантов отдельно для каждой из выделенных трех групп. Для первой группы синтезировано восемнадцать вариан-

тов (в табл. 1 выделены жирным шрифтом), для второй — двадцать четыре (в табл. 1 выделены курсивом) и для третьей — четыре. Во второй операции, учитывая, что каждый из восемнадцати вариантов, полученных в первой группе, может сочетаться с двадцатью четырьмя вариантами второй группы, получим четырехста тридцать два ($18 \times 24 = 432$) варианта технических решений, в обозначениях которых будут заполнены символы с третьего по девятый. В третьей операции аналогично учитываем четыре варианта третьей группы и получим одну тысячу семьсот двадцать восемь ($432 \times 4 = 1728$) вариантов технических решений, в обозначениях которых будут определены восемь символов (со второго по десятый). Далее, учитывая, что каждая из четырех специфических групп сочетается с полученными 1728 вариантами, синтезируются 6912 технических решений гидромолотов с полностью определенными десятью символами в их обозначении, представляющие все возможные сочетания в данном пространстве морфологических признаков. Анализ такого количества вариантов является весьма трудоемким, поэтому остановимся только на анализе технических решений одномассовых гидромолотов с золотниковым РУ ($X_{13}X_{15} * * * * *$), которые получили наибольшее распространение. Количество вариантов (1728 технических решений) в данной группе также достаточно велико. Для их сокращения установим признаки, сочетание которых приводит к логическим противоречиям в синтезированных технических решениях или их неперспективности.

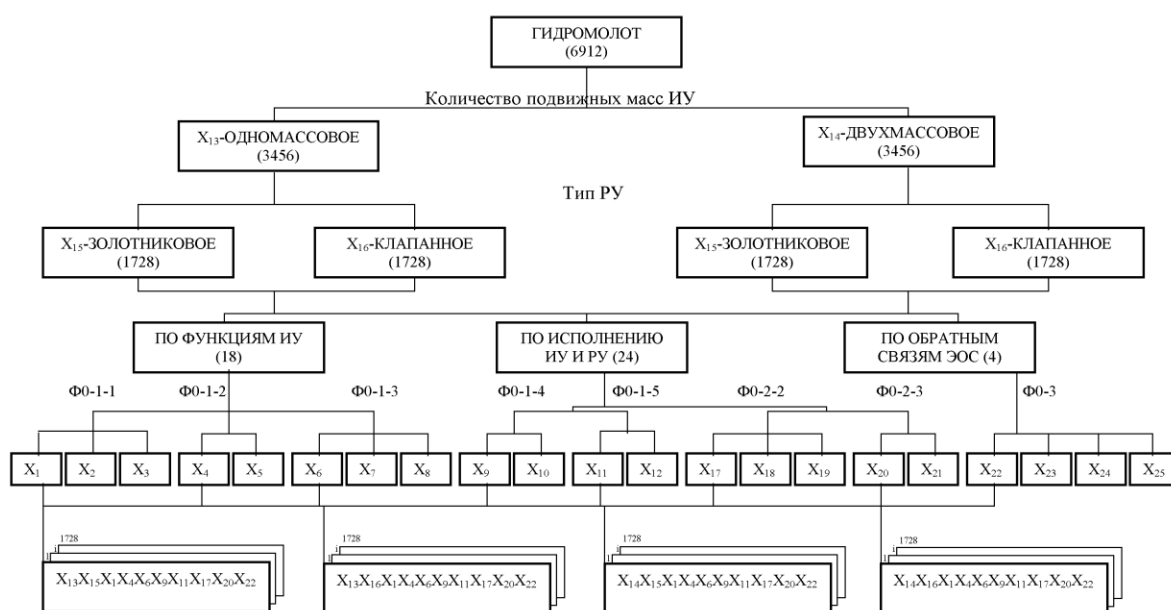


Рис. 1. Морфологический граф гидромолотов

Таблица 1

ФРАГМЕНТ МАТРИЦЫ СИНТЕЗА ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ
ГИДРОМОЛОТОВ ПО ОБЩИМ ПРИЗНАКАМ (1728 ВАРИАНТОВ)

Ф0-1-1			Ф0-1-2		Ф0-1-3			Ф0-1-4		Ф0-1-5		Ф0-2-2			Ф0-2-3		Ф0-3				Обозначение варианта технического решения гидромолота	
X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₇	X ₁₈	X ₁₉	X ₂₀	X ₂₁	X ₂₂	X ₂₃	X ₂₄	X ₂₅		
1			1		1			1		1		1			1		1					**X ₁ X ₄ X ₆ X ₇ X ₁₇ X ₂₀ X ₂₂
1				1	1	1		1		1		1			1		1		1			**X ₁ X ₅ X ₆ X ₇ X ₁₇ X ₂₀ X ₂₃
1			1				1	1		1		1			1					1		**X ₁ X ₄ X ₆ X ₇ X ₁₇ X ₂₀ X ₂₄
1				1			1					1		1		1					1	**X ₁ X ₅ X ₆ X ₇ X ₁₇ X ₂₀ X ₂₅
1			1					1	1			1			1	1		1				**X ₁ X ₄ X ₆ X ₇ X ₁₇ X ₂₀ X ₂₂
1				1				1	1			1			1	1		1				**X ₁ X ₅ X ₆ X ₇ X ₁₇ X ₂₀ X ₂₃
	1		1		1			1		1		1			1		1			1		**X ₂ X ₄ X ₆ X ₇ X ₁₇ X ₂₀ X ₂₄
	1			1	1			1		1		1			1		1				1	**X ₂ X ₅ X ₆ X ₇ X ₁₇ X ₂₀ X ₂₅
	1		1				1					1		1			1	1				**X ₂ X ₄ X ₆ X ₇ X ₁₇ X ₂₀ X ₂₂
	1			1				1	1			1			1		1		1			**X ₂ X ₅ X ₆ X ₇ X ₁₇ X ₂₀ X ₂₃
		1	1					1	1			1			1		1			1		**X ₃ X ₄ X ₆ X ₇ X ₁₇ X ₂₀ X ₂₄
		1		1		1				1		1			1		1				1	**X ₃ X ₅ X ₆ X ₇ X ₁₇ X ₂₀ X ₂₅
		1	1					1	1		1	1			1	1		1				**X ₃ X ₄ X ₆ X ₇ X ₁₇ X ₂₀ X ₂₂
		1		1				1	1		1	1			1	1		1				**X ₃ X ₅ X ₆ X ₇ X ₁₇ X ₂₀ X ₂₃
1			1		1				1	1		1				1		1		1		**X ₁ X ₄ X ₆ X ₇ X ₁₇ X ₂₀ X ₂₄
1				1	1				1	1		1				1		1			1	**X ₁ X ₅ X ₆ X ₇ X ₁₇ X ₂₀ X ₂₅
1			1			1			1	1		1				1	1					**X ₂ X ₄ X ₆ X ₇ X ₁₇ X ₂₀ X ₂₂
1				1			1		1	1		1				1	1					**X ₂ X ₅ X ₆ X ₇ X ₁₇ X ₂₀ X ₂₃
1			1				1		1	1		1				1	1					**X ₃ X ₄ X ₆ X ₇ X ₁₇ X ₂₀ X ₂₄
1				1			1		1	1		1				1	1					**X ₃ X ₅ X ₆ X ₇ X ₁₇ X ₂₀ X ₂₅
1			1				1		1	1		1				1	1					**X ₁ X ₄ X ₆ X ₇ X ₁₇ X ₂₀ X ₂₂
1				1			1		1	1		1				1	1					**X ₁ X ₅ X ₆ X ₇ X ₁₇ X ₂₀ X ₂₃
1			1			1			1	1		1				1	1					**X ₂ X ₄ X ₆ X ₇ X ₁₇ X ₂₀ X ₂₄
1				1			1		1	1		1				1	1					**X ₂ X ₅ X ₆ X ₇ X ₁₇ X ₂₀ X ₂₅
1			1				1		1	1		1				1	1					**X ₃ X ₄ X ₆ X ₇ X ₁₇ X ₂₀ X ₂₂
1				1			1		1	1		1				1	1					**X ₃ X ₅ X ₆ X ₇ X ₁₇ X ₂₀ X ₂₃
1			1				1		1	1		1				1	1					**X ₁ X ₄ X ₆ X ₇ X ₁₇ X ₂₀ X ₂₄
1				1			1		1	1		1				1	1					**X ₁ X ₅ X ₆ X ₇ X ₁₇ X ₂₀ X ₂₅
1			1				1		1	1		1				1	1					**X ₂ X ₄ X ₆ X ₇ X ₁₇ X ₂₀ X ₂₂
1				1			1		1	1		1				1	1					**X ₂ X ₅ X ₆ X ₇ X ₁₇ X ₂₀ X ₂₃
1			1				1		1	1		1				1	1					**X ₃ X ₄ X ₆ X ₇ X ₁₇ X ₂₀ X ₂₄
1				1			1		1	1		1				1	1					**X ₃ X ₅ X ₆ X ₇ X ₁₇ X ₂₀ X ₂₅

Следует отметить, что качество функционирования гидромолотов достаточно полно может быть охарактеризовано [3] признаками по функциям элементов, варианты технических решений с использованием которых выделены в табл. 1 жирным шрифтом. Анализ полученных вариантов технических решений гидромолотов с данными сочетаниями признаков позволил установить следующее:

– при использовании упругой связи (например, газового аккумулятора) на фазе рабочего хода, что присуще для большинства существующих схем гидромолотов переменной структуры, признаки X_1 и X_3 могут сочетаться только с признаком X_8 . Однако следует отметить, что варианты с сочетанием признаков X_1X_7 и X_3X_7 могут быть реализованы использованием упругой связи на холостом ходу, а рабочий ход при этом будет совершаться под действием насоса, но такие технические решения неперспективны. Поэтому варианты, содержащие сочетания X_1X_6 , X_1X_7 , X_3X_6 и X_3X_7 , из рассмотрения исключены;

– в варианте с сочетанием признаков $X_2X_4X_7$ несовместимы признаки X_2 и X_4 . Данный вариант из рассмотрения также исключен.

В результате выполненного анализа из восемнадцати вариантов осталось девять (табл. 2 и рис. 2) с сочетаниями признаков: $X_1X_4X_8$; $X_1X_5X_8$; $X_2X_4X_6$; $X_2X_5X_6$; $X_2X_5X_7$; $X_2X_4X_8$; $X_2X_5X_8$; $X_3X_4X_8$; $X_3X_5X_8$. Таким образом, общее число вариантов технических решений сократилось до восьмисот шестидесяти четырех ($9 \times 24 \times 4 = 864$). Следует отметить, что ряд сочетаний указанных признаков имеет место в существующих конструкциях гидромолотов.

Например:

- $X_2X_5X_7$ — в конструкциях КФ ВНИИСтройдор-маш (ГПМ-50 и др.), Институт автоматики АН КиргССР (ИМПУЛЬС 100/10 и др.), фирмы MONTABERT (BRH-2501) и др;
- $X_2X_5X_8$ — в конструкции КарГТУ (МО-9Г);
- $X_2X_4X_6$ — в конструкциях ВНИИСтройдор-маш;
- $X_3X_4X_8$ — в конструкциях Института гидродинамики АН СССР;
- $X_2X_4X_8$ — в конструкциях фирмы KRUPP (НМ-

401) и др.;

- $X_3X_5X_8$ — в конструкциях КарГТУ (СНОУ-500 и др.).

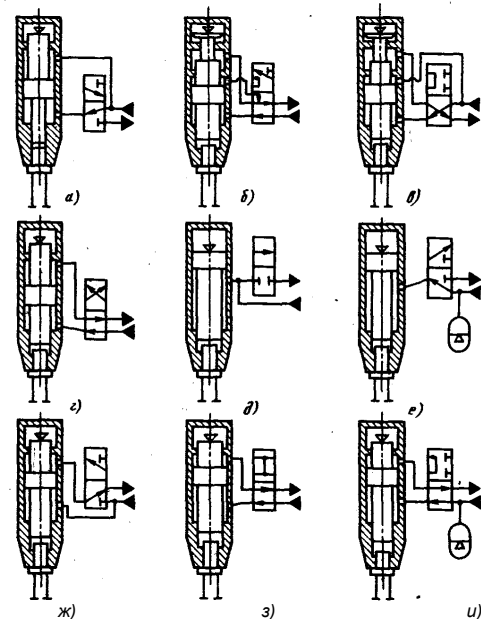


Рис. 2. Принципиальные схемы гидромолотов

а — $X_1X_2X_3X_4X_7X_8X_{17}X_{18}X_{19}X_{20}X_{21}X_{22}X_{23}X_{24}X_{25}$; б — $X_1X_2X_3X_4X_6X_7X_8X_{17}X_{18}X_{19}X_{20}X_{21}X_{22}X_{23}X_{24}X_{25}$; в — $X_1X_2X_3X_4X_6X_7X_8X_{17}X_{18}X_{19}X_{20}X_{21}X_{22}X_{23}X_{24}X_{25}$; г — $X_1X_2X_3X_4X_6X_7X_8X_{17}X_{18}X_{19}X_{20}X_{21}X_{22}X_{23}X_{24}X_{25}$; д — $X_1X_2X_3X_4X_6X_7X_8X_{17}X_{18}X_{19}X_{20}X_{21}X_{22}X_{23}X_{24}X_{25}$; е — $X_1X_2X_3X_4X_6X_7X_8X_{17}X_{18}X_{19}X_{20}X_{21}X_{22}X_{23}X_{24}X_{25}$; ж — $X_1X_2X_3X_4X_6X_7X_8X_{17}X_{18}X_{19}X_{20}X_{21}X_{22}X_{23}X_{24}X_{25}$; з — $X_1X_2X_3X_4X_6X_7X_8X_{17}X_{18}X_{19}X_{20}X_{21}X_{22}X_{23}X_{24}X_{25}$; и — $X_1X_2X_3X_4X_6X_7X_8X_{17}X_{18}X_{19}X_{20}X_{21}X_{22}X_{23}X_{24}X_{25}$.

Сочетания признаков по исполнению элементов ИУ и РУ с признаками по функционированию также могут приводить к логическим противоречиям в синтезированных технических решениях. Такими сочетаниями являются:

- X_5X_9 (60 вариантов), так как подготовленное вытеснение предусматривает наличие в гидромолоте как минимум двух гидравлических камер переменного объема;
- X_6X_9 (24 варианта), так как гидромолоты двойного действия не могут быть однокамерными;
- $X_{10}X_{17}$ (36 вариантов), так как двухлинейное РУ может быть использовано только в однокамерных

гидромолотах.

– X_1X_{12} (24 варианта) и X_3X_{12} (24 варианта), так как гидромолоты переменной структуры обязательно должны иметь упругую связь;

Таблица 2

ЧИСЛО ВОЗМОЖНЫХ ВАРИАНТОВ ИСПОЛНЕНИЯ ДЕВЯТИ СХЕМ ГИДРОМОЛОТОВ С УСТАНОВЛЕННЫМИ СОЧЕТАНИЯМИ ПРИЗНАКОВ ПО ФУНКЦИЯМ ИУ И РУ

Код схемы	Число вариантов исполнения ИУ и РУ	Число способов реализации ЭОС	Возможное число вариантов
$X_1X_2X_3X_4X_5X_6X_7X_8X_9$	20	4	80
$X_1X_2X_3X_4X_5X_6X_7X_8X_{10}$	8	4	32
$X_1X_2X_3X_4X_5X_6X_7X_8X_{11}$	8	4	32
$X_1X_2X_3X_4X_5X_6X_7X_8X_{12}$	8	4	32
$X_1X_2X_3X_4X_5X_6X_7X_8X_{13}$	10	4	40
$X_1X_2X_3X_4X_5X_6X_7X_8X_{14}$	10	4	40
$X_1X_2X_3X_4X_5X_6X_7X_8X_{15}$	8	4	32
$X_1X_2X_3X_4X_5X_6X_7X_8X_{16}$	4	4	16
$X_1X_2X_3X_4X_5X_6X_7X_8X_{17}$	4	4	16
ИТОГО:	80	4	320

Итого имеется 168 вариантов с логическими противоречиями в технических решениях, причем в это число входят и возможные их сочетания между собой:

- $X_1X_5X_9$ — 12 вариантов;
- $X_1X_{12}X_5X_9$ — 6 вариантов;
- $X_1X_{12}X_{10}X_{17}$ — 4 варианта;
- $X_3X_{12}X_5X_9$ — 6 вариантов;
- $X_3X_{12}X_{10}X_{17}$ — 4 варианта.

Таким образом, исключая эти 32 варианта, получим 136 вариантов ($168 - 32 = 136$) с логическими противоречиями в синтезированных технических

решениях. С учетом этого, по признакам функционирования и исполнения элементов число вариантов сократится до восьмидесяти ($24 \times 9 - 136 = 80$). Следует отметить, что выявленные по признакам функционирования девять вариантов (табл. 2 и рис. 2) технических решений имеют различное число вариантов с учетом исполнения элементов. Наибольшее число вариантов (20) возможно при сочетании признаков $X_2X_4X_8$, наименьшее (4) — при сочетании признаков $X_3X_5X_8$ и $X_1X_5X_8$. Можно сделать предположение, что сочетания признаков, дающие большее число вариантов, накладывают меньше ограничений на способы реализации ИУ и РУ гидромолотов. Следовательно, сочетания функциональных признаков не только определяют качество функционирования гидромолотов, но и ограничивают варианты их исполнения.

Каждый из этих вариантов может сочетаться с четырьмя способами реализации элемента обратной связи, т.е. всего для данной группы гидромолотов синтезировано триста двадцать вариантов ($80 \times 4 = 320$) технических решений без логических противоречий в сочетаниях признаков.

Следует отметить, что представленные в табл. 2 и на рис. 2 принципиальные схемы могут быть выполнены как с упругой связью (X_{11}), так и без нее (X_{12}), за исключением вариантов с сочетаниями $X_1X_4X_8$ и $X_3X_4X_8$. Очевидно, выявлены новые технические решения, показывающие на возможность использования упругой связи в гидромолотах постоянной структуры, т.е. совместное использование на фазе рабочего хода поршня-бойка, например, энергии жидкости и сжатого газа.

Дальнейший анализ синтезированных технических решений гидромолотов должен базироваться на сравнительном анализе их эффективности, что требует проведения математического эксперимента и создания описаний на уровне математических моделей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Половинкин А.И. Основы инженерного творчества. М.: Машиностроение, 1988. 368 с.
2. Клок А.Б. Морфологический анализ технических решений гидромолотов // Труды университета, Вып. 1. Караганда: КарГТУ, 2001.
3. Янцен И.А., Клок А.Б., Квитко С.А., Полонский Г.Л. Методика оценки прогрессивности технических решений схем гидромолотов // Строительные и дорожные машины. 1991. № 4. С. 11–13.

УДК 624.131.54.001.5;
624.131.37; 624.131.2

Б.Ж. УНАЙБАЕВ

Изыскания, проектирование и строительство на засоленных грунтах

Большая часть территории Казахстана относится к ареалу, характеризующемуся засушливым климатом, что предопределило повсеместное распространение соленакопления в грунтах. Наиболее сильно проявлен сульфатный вид солей, менее — хлоридный, карбонатный и незначительно — содовый. В отдельных регионах содержания в грунте ионов сульфатов, карбонатов, магнезиев и хлоридов превышает допустимые концентрации, регламентируемые строительными нормами даже для конструкций нулевого цикла из сульфатостойкого бетона особой плотности W8...W12.

Недооценка сложности и ответственности строительства на засоленных грунтах приводит к тяжелым последствиям, вызывающим многочисленные деформации и разрушения зданий и сооружений. Это ведет к дополнительным затратам на восстановление работы и ухудшает эксплуатационные условия на этих объектах.

Засоленные грунты относятся к категории структурно-неустойчивых. В естественном маловлажном состоянии они обладают высокой прочностью и малой сжимаемостью, обусловленной солевой цементацией грунта. Однако в процессе эксплуатации при длительном увлажнении и фильтрации вод в засоленных грунтах наблюдается размягчение, растворение и разрушение кристаллизационно-конденсационных структурных связей основания сооружений, приводящие к снижению несущей способности, повышению деформируемости и изменению физических свойств грунта. При этом свойства засоленных грунтов могут суще-

ственно изменяться и не соответствовать тем, что были приняты в расчет при проектировании.

До настоящего времени отсутствуют надлежащие нормативные документы по инженерно-геологическим исследованиям площадок строительства, сложенных засоленными грунтами, по устройству оснований и фундаментов на таких грунтах. Изучение существующей практики изыскания, проектирования и строительства на засоленных грунтах показало, что даже при значительном содержании водорастворимых солей (например, карбонатное засоление до 50%) проектирование производится как на обычных прочных и устойчивых грунтах. В проектах и данных инженерно-геологических изысканий даются лишь рекомендации по антикоррозионной защите конструкций нулевого цикла, без учета возможности ухудшения строительных свойств засоленного грунта основания, в процессе последующей эксплуатации [1].

Процессы, протекающие в засоленных глинистых грунтах под влиянием внешних нагрузок и длительной фильтрации различных по химическому составу и концентрации грунтовых растворов, до настоящего времени окончательно не изучены. Положение усугубляется тем, что существующие нормы для расчета и проектирования оснований, сложенных засоленными грунтами, далеки от требований сегодняшнего дня. Это объясняется многообразием видов засоленных грунтов, наличием в них различных в весовом и качественном соотношении солей, сложностью состава грунтовых вод и

пр. Все это не дает возможности выявить общий характер протекающих в засоленных грунтах процессов на основании изучения какого-либо отдельного регионального вида засоленного грунта.

Известные многочисленные аварии и деформации зданий и сооружений на засоленных грунтах обусловлены в основном недостаточной информацией о специфике свойств таких грунтов, ошибками в методике инженерно-геологических изысканий, расчете и проектировании оснований и фундаментов, нарушениями регламентов и низким качеством технологии производства работ нулевого цикла и возведения надземных конструкций.

Основной причиной многочисленных аварий зданий и сооружений является развитие непредусмотренных суффозионных осадок засоленных грунтов в основании при подтоплениях и фильтрации агрессивных грунтовых вод. Сопоставление наблюдаемой и прогнозируемой расчетом осадок ряда аварийных сооружений показало, что фактические осадки в 1,5–3 раза превышают расчетные. Наблюдаемые расхождения обусловлены низкой точностью определения и прогноза суффозионной сжимаемости грунтов на стадии изысканий и проектирования.

Гарантия надежной эксплуатации зданий и сооружений на засоленных грунтах требует дальнейшего совершенствования методов изысканий, проектирования и строительства, дополнительного изучения отдельных типов засоленных грунтов, а именно грунтов, содержащих труднорастворимые соли.

Сотрудниками Карагандинского государственного технического университета (КарГТУ) при участии автора публикации были обследованы многочисленные площадки строительства гидротехнических, промышленных, гражданских, сельскохозяйственных и транспортных сооружений во многих регионах распространения засоленных грунтов. Комплексные исследования засоленных грунтов основания и тела сооружения включали в себя разработку новых методов испытания засоленных грунтов, натурные обследования, измерения и наблюдения за деформациями зданий и сооружений на засоленных грунтах, разработку эффективных технологий устройства оснований и фундаментов, проектов технической мелиорации грунтовых оснований, совершенствование традиционных общепринятых в строительной практике конструкций нулевого цикла, проектов реконструкции деформированных зданий, их усиления, внедрение результатов исследования в практику строительства [2, 3].

Изучены и проанализированы результаты работ различных экспертных комиссий по авариям и деформациям зданий и сооружений на засоленных грунтах, классифицированы причины этих деформаций, и выявлены следующие обуславливающие их факторы:

- недостаточная изученность и слабое понимание региональных особенностей залегания засоленных грунтов на участке проектируемой застройки при изысканиях;
- проектирование и строительство объектов на пылевато-глинистых карбонатных лессовых грунтах без учета возможности снижения их прочностных и деформационных характеристик при выщелачивании;
- отсутствие учета на стадии проектирования возможного изменения солевого и влажностного режимов

в грунтах основания при строительстве и эксплуатации;

- низкая точность и достоверность известных методов определения, расчета и прогноза суффозионных осадок основания, сложенного грунтами различного типа и степени засоления;
- недостаточная изученность природы и механизма суффозионных деформаций грунта в основании;
- многочисленные нарушения требований нормативных документов и некачественное исполнение работ нулевого цикла;
- отсутствие авторского надзора за исполнением подготовительных работ, устройством оснований и фундаментов;
- неправильная эксплуатация зданий и сооружений на засоленных грунтах и т.п.

Для условий строительства Тенгизского нефтегазового комплекса п. Тенгиз, п.г.т. Кульсары и г. Атырау совместно с НПО «Союзспецфундаментстрой» разработаны, всесторонне обследованы в натурных условиях и внедрены в производство новые технологии устройства и подготовки оснований и фундаментов.

В предложенных строителям переработанных проектах были учтены следующие факторы:

- возможность образования суффозионной осадки основания в результате фильтрации воды с последующим выщелачиванием солей;
- возможность снижения прочностных и деформационных характеристик грунта в основаниях при рассолении в процессе эксплуатации;
- возможность развития просадки, суффозионной осадки или набухания при подтоплении;
- повышенная агрессивность грунтовых вод к материалу конструкций нулевого цикла в результате растворения содержащихся в грунте солей.

Большая часть разработанных и внедренных технических решений не имеет аналогов в отечественной и зарубежной практике и предусматривает подготовку оснований и устройство новых конструкций фундаментов, противоточную и антикоррозионную защиту посредством формирования плотных оболочек-подушек из смеси щебня и нефтебитуминозных природных материалов (киров), уплотненных с помощью снарядов глубинного уплотнения методом трамбования. В зависимости от степени агрессивности грунтовых вод, при проектировании свайных фундаментов предусмотрена защита материала конструкций от коррозии использованием специальных бетонов и добавок к ним (первичная защита) или устройством на поверхности конструкции защитных оболочек (вторичная защита) из местных некондиционных материалов.

На основании многолетних натурных наблюдений, полевых и лабораторных исследований засоленных грунтов установлено следующее:

- определение физических свойств и классификационных показателей засоленных грунтов по традиционным методикам приводит к ошибочным показателям, поэтому рекомендованы новые методы определения физико-механических и гидрохимических свойств засоленных грунтов [1, 2, 3];
- при определении модуля общей деформации (в лабораторных и полевых условиях) следует учитывать, что значение этого основного расчетного показателя для засоленных грунтов не является постоянной

величиной, а зависит от действующих напряжений, плотности, влажности, состава, содержания солей и степени их выщелоченности, а потому разработаны новые методы и средства для исследования засоленных грунтов в состоянии полного водонасыщения, выщелачивания и выноса солей, что позволяет приблизить опытные исследования к реальным условиям эксплуатации и получить достоверные значения модуля общей деформации;

– прочность засоленных грунтов может быть удовлетворительно описана теорией прочности Кулона-Мора, но прочностные параметры для расчета устойчивости сооружений в засоленных грунтах следует определять по методике медленного консолидированного и быстрого сдвига при полном водонасыщении и после полного рассоления образцов грунта;

– коэффициент фильтрации засоленных глинистых грунтов имеет переменные значения, существенно изменяющиеся в процессе выщелачивания, изменения концентрации и химического состава фильтрующейся жидкости и размеров и развития в них суффозионных деформаций под нагрузкой, поэтому оценку проницаемости образцов грунта в лабораторных опытах следует производить с учетом свойств фильтрующейся жидкости и степени выщелоченности образцов в зависимости от предполагаемых условий эксплуатации проектируемого сооружения [1, 2, 3].

Часть исследований посвящена разработке и автоматизации метода расчета по прогнозу деформационного и солевого режимов в многослойном основании фундамента. Для облегчения расчетов суффозионной осадки основания разработана компьютерная программа на языке программирования Турбо Паскаль. Предложена методика параллельного определения деформационных и гидрохимических параметров засоленного грунта [3].

При строительстве гидротехнических и гидромелиоративных сооружений на Каракумском канале, по трассе канала Иртыш-Караганда, и дамб, ограждающих Тенгизское нефтегазовое месторождение от затопления со стороны Каспийского моря, научно обоснованы и рекомендованы к использованию грунты с исходным содержанием солей, превышающим допускаемое нормативными документами, а также рекомендованы оригинальные технологии их укладки в тело сооружений и пр. Последнее позволило существенно сократить затраты, сроки строительства, снизить транспортные расходы и сохранить сельскохозяйственные угодья, обеспечив при этом необходимую прочность и устойчивость насыпей и откосов сооружений [2]. С целью рассмотрения возможности применения засоленных грунтов, как местных материалов, при возведении плотин и дамб рекомендованы и внедрены в практику проекты производства работ методами «смешанной отсыпки» и «укладки в карма-

нах» по специальной технологии с определенной степенью плотности и влажности, устройством противофильтрационных экранов с применением киров.

В практику промышленного и гражданского строительства на засоленных грунтах предложены и внедрены комплекс исследований свойств засоленных грунтов для прогнозирования возможных суффозионных осадок и просадок, методы проектирования и строительства с разработкой оригинальных конструкций фундаментов, проектов вертикальной планировки для защиты от коррозии и обводнения грунтов основания, устройства искусственных оснований и конструктивных мероприятий для предотвращения возможных аварийных деформаций. Разработаны проекты производства работ по реконструкции и усилению зданий и сооружений, конструкций фундаментов и особенностей технологии производства ремонтно-восстановительных работ.

Рассмотрены особенности и перспективы развития современного фундаментостроения на засоленных грунтах, выявлены основные направления по совершенствованию технологии возведения оснований и фундаментов. Выполнен комплекс работ по исследованию засоленных грунтов. Проведена классификация причин аварий и деформаций зданий и сооружений, возведенных на засоленных грунтах. Уточнена строительная классификация засоленных грунтов и агрессивности грунтовых вод, подтопляющих строительные площадки, сложенные этими специфичными грунтами. Разработаны и внедрены в практику строительства Республики Казахстан обязательные технологии по подготовке и устройству оснований и фундаментов в засоленных грунтах. Представлены к рассмотрению и утверждены республиканские строительные нормы на изыскательские и проектные работы, разработаны теоретические положения и концепции по строительству в засоленных грунтах.

Предлагаемые методы изысканий, проектирования и строительства прошли всестороннюю проверку в натурных условиях на многочисленных объектах в республиках Средней Азии и Казахстана. Разработки, выполненные при этом, выдержали всестороннюю экспертизу ведущих НИИ и вузов СНГ, доложены на международных научно-практических симпозиумах и конференциях в дальнем зарубежье (Япония, Южная Корея, Румыния, Финляндия, Китай, Турция и т.д.) и странах СНГ (Россия, Украина и др.), вошли в состав ряда нормативных документов (РСН РК 54-90, РСН РК 55-90 и ведомственных норм) и рекомендованы инженерно-техническим работникам изыскательских, проектных и строительных фирм при освоении территорий, сложенных засоленными грунтами. Оригинальность и новизна технических решений подтверждена 30 авторскими свидетельствами СССР и предварительными патентами Республики Казахстан.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Унайбаев Б.Ж. Строительство на засоленных грунтах. Вып.1. Изыскания, проектирование и строительство. Караганда: КарГТУ, 1999. 81 с.
2. Унайбаев Б.Ж., Кусбекова М.Б. Строительство на засоленных грунтах. Вып.2. Деформируемость карбонатных пылевато-глинистых лессовых грунтов под нагрузкой при химической суффозии. Жезказган: ЖезУ, 1999. 123 с.
3. Унайбаев Б.Ж., Торебеков Б.Т., Кусбекова М.Б. Строительство на засоленных грунтах. Вып.3. Прогноз солевого и деформационного режимов в многослойном основании. Жезказган: ЖезУ, 1999. 117 с.

Применение добавок гидрофобно-пластифицирующего действия для безобогревного бетонирования

Существенным фактором, снижающим объемы строительно-монтажных работ в Республике Казахстан, являются погодные условия: продолжительность зимнего периода составляет в отдельных регионах до 6–7 месяцев в году. При этом повышаются требования к основным свойствам бетона: прочности, морозостойкости и долговечности. А объемы укладки бетонов с противоморозными добавками составляют 10–12% от всего объема зимних бетонов.

Метод зимнего безобогревного бетонирования отличается как рядом преимуществ, так и недостатками. К достоинствам метода относятся: технологичность, невысокая энергоемкость, возможность работы на холодных заполнителях и в полевых условиях. Основными негативными сторонами метода являются замедленный рост прочности бетона, высокие дозировки и дефицит противоморозных добавок [2].

Исследования комплексных органоминеральных добавок гидрофобизирующего действия в условиях отрицательных температур проводятся в КарГТУ Караганды и КазГАСА Алматы.

Применение комплексных органоминеральных добавок гидрофобизирующего действия, в состав которых входят комплексные ПАВ и электролиты, позволяет оказывать усиленное пластифицирующее действие и улучшить физико-механические и эксплуатационные свойства тяжелого бетона.

Целью данных исследований являются разработка теоретических и практических основ приготовления и применения комплексных органоминеральных быстрорастворимых брикет-добавок для железобетонных и бетонных конструкций, возводимых в зимних условиях, с учетом процессов кристаллизации и свойств льда, а также исследование влияния добавок на эксплуатационные свойства, долговечность и морозостойкость конструкций.

Комплексные добавки, состоящие из гидрофобизирующего и гидрофилизующего компонента, имеют принципиальные качественные отличия от этих же компонентов, используемых отдельно. Комплексные гидрофобно-пластифицирующие добавки позволяют реализовать новые эффекты в бетонных смесях и бетонах при их совместном применении с электролитами, в том числе с нитритом натрия (НН), нитрит-нитрат-хлоридом кальция (ННХК) [1].

Совмещение эмульсии из гидрофобизатора и гидрофилизатора с солью ННХК позволяет реализовать эффект синергизма в направлении повышения прочностных характеристик бетона, а совмещение эмульсии гидрофобизатора с гидрофилизатором с солью НН способно вызвать эффект синергизма в направлении подвижности бетонных смесей [4].

Было установлено, что применение гидрофобно-пластифицирующих добавок (ГПД) в дозировке 0,2–0,3% от массы цемента способствует существен-

ному сокращению воды затворения смесей, а следовательно сокращению В/Ц в среднем на 12–14%. В композиции с 2–3% НН эта величина составляет 18–22%.

Сокращение В/Ц-отношения позволяет сократить удельный расход противоморозной соли без уменьшения ее концентрации в воде затворения.

Замедление процессов твердения зимних бетонов связано со значительным объемом образующегося льда. Так, при температуре -12°C бетон с 5% НН содержит 76% льда, а с 7% НН — 67%.

Изменение концентрации добавок влияет на температуру замерзания воды в среднем на $0,40\text{--}0,52^{\circ}\text{C}$ при уменьшении скорости кристаллизации на 10–20%.

При замораживании воды до -20°C в присутствии добавок отмечено ослабление прочности льда на 38–40%. Лед приобретает дефектную, слабо-прочную структуру. Увеличение объема жидкости в присутствии добавок при замораживании составляет 6,41% по сравнению с 9,2% при замораживании чистой воды.

Эксперименты по исследованию кинетики твердения цементно-бетонных систем с органоминеральными гидрофобизирующими добавками в различных интервалах отрицательных температур в лабораторных условиях проводились на строительных растворах М-200 и тяжелых бетонах М-300. Интервал температур состоял собственно от 0 до -5°C , от -6 до -10°C , от -11 до -15°C , от -16 до -25°C .

Результаты испытаний по сравнению с контрольными образцами бетона, содержащими 10% противоморозной соли нитрита натрия (НН), позволили определить кинетику роста прочности бетонов при температурах (соответственно для возраста 7, 14 и 28 суток):

От 0 до -5°C	—	8,45%, 9,95%, 11,65%.
От -6 до -10°C	—	7,20%, 10,90%, 23,50%.
От -11 до -15°C	—	8,40%, 10,30%, 22,75%.
От -16 до -25°C	—	13,70%, 16,55%, 20,50%.

Опытным путем установлены оптимальные дозировки добавок при данных интервалах температур согласно нормативным требованиям [3]. Определен процент сокращения дозы нитрита натрия в комплексных добавках и процент интенсификации прочностных показателей у опытных бетонов по сравнению с бетонами, содержащими нитрит натрия.

Таким образом, значительно интенсифицировать процесс твердения бетонов при отрицательных температурах удастся в результате введения поверхностно-активных гидрофобизирующих и гидрофилизующих веществ в комплексе с нитритом натрия.

Интенсификация роста прочности бетонов с комплексными добавками может сократить продолжительность выдерживания и ухода за бетонными и железобетонными конструкциями, т. е. дает возможность сокращения зимнего удорожания бетонных работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хигерович М.И., Байер В.Е. Гидрофобно-пластифицирующие добавки для цемента, растворов и бетонов. М.: Стройиздат, 1979. 124 с.
2. Костяев П.С. Безобогревное бетонирование транспортных сооружений зимой. М.: Транспорт, 1978. С. 4–26.
3. Ратинов В.Б., Розенберг Т.И. Добавки в бетон. М.: Стройиздат, 1989. С. 35.
4. Соловьев В.И., Ергешев Р.Б. Эффективные модифицированные бетоны. Алматы: КазГосИНТИ, 2000. 285 с.

УДК 666.97.033.1

Д.О. БАЙДЖАНОВ
Ю.М. СМЕРНОВ

Оптимизация параметров формования бетонных изделий на экструдере

Предназначение основного прессово-транспортного органа машины для экструзионного способа формования строительных изделий заключается в перемещении и уплотнении бетонной смеси с заданными физико-механическими свойствами. Основным при этом является плотность бетонной смеси, величина которой значительно превышает плотность исходной бетонной смеси.

Исходя из этого, примем в качестве критерия оценки параметров степень уплотнения смеси:

$$K_{\bar{\alpha}} = \rho / \rho_0, \quad (1)$$

где ρ — плотность бетонной смеси при выходе из экструдера;

ρ_0 — плотность бетонной смеси в естественном состоянии (до уплотнения).

Для более широкого варьирования этого коэффициента принята конструктивная схема согласно рис. 1. Исходя из этого, рабочая зона исполнительного органа может быть разделена на три камеры.

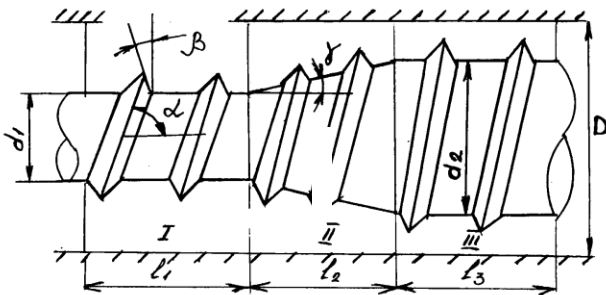


Рис. 1. Конструктивная схема экструдера (прессово-транспортного элемента): I, II, III — соответственно, приемная (питательная) камера, камера уплотнения и выходная камера (камера заключительной операции); d_1 и d_2 — диаметры шнека; D — диаметр кожуха, l_1 , l_2 и l_3 — длина соответствующих камер; α , β , γ — соответственно углы наклона и заострения витка и наклона поверхности уплотнения

Приемная камера предназначена для приема исходной бетонной смеси из бункера и перемещения ее до границы камеры уплотнения. Участок шнека, расположенный внутри камеры, имеет диаметр d_1 , наклонен под углом α и имеет n_1 витков с шагом t_1 . Бетонная смесь внутри камеры транспортируется равномерно и подвергается предварительному уплотнению.

При проходе бетонной смеси через камеру уплотнения переменного сечения смесь получает дополнительное уплотнение до требуемой плотности за счет

спирали шнека с числом витков n_2 , шагом t_2 , расположенной на поверхности вала шнека, наклоненной под углом γ .

Выходная камера с диаметром вала шнека d_2 служит для перемещения уплотненной смеси в зону формования и обеспечения заданной силы выталкивания смеси. Ее сечение определяет скорость выдавливания смеси и тем самым технологическую производительность в целом.

Таким образом, уплотнение бетонной смеси происходит при постоянном возрастании и степень уплотнения может быть определена из соотношения

$$K_{\bar{\alpha}} = S_1 / S_3, \quad (2)$$

где S_1 — площадь сечений приемной камеры;

S_3 — площадь выходной камеры.

После преобразований получим:

$$K_{\bar{\alpha}} = \frac{\pi/4 \cdot D^2 - d_1^2}{\pi/4 \cdot D^2 - d_2^2} = \frac{D^2 - d_1^2}{D^2 - d_1^2 - 4d_1l_2\lg\gamma - 4l_2^2\lg^2\gamma}.$$

Учитывая то, что величины D и d_1 задаются из условий объема загрузки бункера, приема и выхода бетонной смеси [1], оптимизация производится по величинам l_2 и γ .

В этом случае из (1) имеем:

$$\rho = \rho_0 \cdot K_{\bar{\alpha}}.$$

При использовании основных исходных положений проведем исследования рабочих процессов, протекающих в каждой камере.

Распределение сил на шнеке и кожухе при прохождении смеси через приемную камеру приведено на рис. 2.

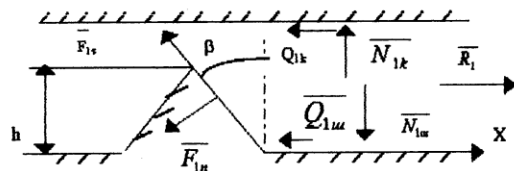


Рис. 2. Расчетная схема сил в приемной камере

Для обеспечения условия равномерного транспортирования бетонной смеси внутри камеры воспользуемся одним из уравнений механики [1]:

$$\sum F_{kx} = 0; R_1 - F_{1n} \cos \beta - F_{1r} \sin \beta - Q_{1u} - Q_{1k} = 0.$$

После нахождения величины сил по расчетной

схеме получим выражение для определения осевой силы выталкивания смеси из камеры:

$$R_1 = F_{1r} \sin \beta + Q_{1u} + Q_{1k} + F_{1n} \cos \beta =$$

$$= P_0 \left[\pi d_1 + h \left\{ h \left[f_{\delta\delta} \left(\frac{l_1}{t_1 \cos \beta} + tg \beta \right) + 0,5 \right] \right\} + \right.$$

$$\left. + \pi l_1 f_{\delta\delta} D + d_1 \right] \quad (3)$$

Анализ полученного выражения показывает, что главенствующее влияние на величину силы предварительного уплотнения оказывает внутреннее давление в исходном состоянии. При увеличении геометрических размеров эта сила растет пропорционально. Величина угла наклона β должна быть исследована на экстремум. Для этого используем условие экстремума. Максимальная величина силы R_1 имеет место при условии [2]:

$$\frac{\partial R_1}{\partial \beta} = 0.$$

Учитывая выражение (3), получим два случая экстремума:

$$-\cos \beta = 0; \beta = 0$$

$$-\frac{l_1}{t_1} \sin \beta = 1; \beta = \arcsin \left| \frac{t_1}{l_1} \right| = \arcsin \left| \frac{1}{n_1} \right|. \quad (4)$$

Первый из этих случаев очевиден, но практически не может быть реализован, поскольку при этом не будет транспортирования бетонной смеси. Следовательно принимаем оптимальную величину β согласно выражению (3).

Рассмотрим движение смеси в камере уплотнения II. Распределение сил, действующих на шнек и кожух, представлено на рис. 3. Бетонная смесь в камере предварительно уплотнена за счет осевой силы R_1 на границе двух камер I и II. Величина плотности смеси:

$$P_2 \frac{R_1}{S_1} = \frac{4P_0}{\pi D^2 - d_1^2} \times$$

$$\times \left[\pi d_1 + h \left\{ h \left[f_{\delta\delta} \left(\frac{l_1}{t_1 \cos \beta} + tg \beta \right) + 0,5 \right] \right\} + \right.$$

$$\left. + \pi l_1 f_{\delta\delta} D + d_1 \right] \quad (5)$$

Очевидно, что при выбранном оптимальном угле β плотность имеет максимальную величину.

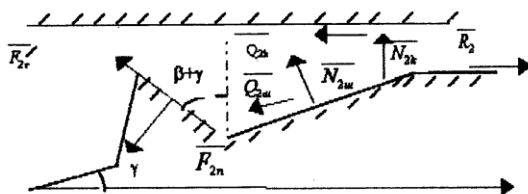


Рис. 3. Расчетная схема сил в камере уплотнения

Рассмотренные силы, действующие на шнек и кожух, определяют силу выталкивания бетонной смеси из камеры II в камеру III (сила R_2). Ее величина определится из условия равномерного движения бетонной смеси:

$$\sum F_{kx} = 0,$$

$$R_2 + N_{1u} \sin \gamma - Q_{1u} \cos \gamma - F_{2n} \cos(\gamma + \beta) -$$

$$- F_{2r} \sin(\gamma + \beta) - Q_{2k} = 0. \quad (6)$$

Откуда:

$$R_2 = \frac{4P_0}{\pi D^2 - d_1^2} \pi d_1 + h \left\{ h \left[f_{\delta\delta} \left(\frac{l_1}{t_1 \cos \beta} + tg \beta \right) + 0,5 \right] \right\} +$$

$$+ \pi l_1 f_{mp} D + d_1 \left\{ D l_2 f_{\delta\delta} + \frac{h \pi d_1 + h \cos \gamma}{\cos \beta} \times \right.$$

$$\times [\cos \gamma + \beta + f_{\delta\delta} \sin \gamma + \beta] +$$

$$+ l_2 \left[\frac{\pi d_1 + 2 l_2 tg \gamma + l_2}{\cos \gamma} - \frac{h \pi d_1 + h}{t_2 \cos \beta} \right] f_{\delta\delta} \cos \gamma - \sin \gamma \quad (7)$$

Полученная зависимость дает возможность оптимизировать величину угла наклона поверхности вала шнека γ . Для этого исследуем выражение (7) на экстремум: $\frac{\partial R_2}{\partial \gamma} = 0$.

После преобразований получим:

$$\frac{h \pi d_1 + h}{\cos \beta} [1 - \sin 2\gamma \cos \beta + f_{mp} \sin \beta] +$$

$$+ f_{mp} \sin \gamma + \cos \gamma \times \left[\frac{l_2 l_2 + \pi d_1 tg \gamma -}{\cos \gamma} - 2\pi l_2^2 \frac{\sin \gamma}{\cos^2 \gamma} \right] = 0. \quad (8)$$

Условием экстремума при этом соответствуют значения:

$$\sin 2\gamma = \cos \beta + f_{mp} \sin \beta^{-1}, \quad (9)$$

$$tg \gamma = f_{mp}^{-1}. \quad (10)$$

Подставляя в выражение (8), получим:

$$\gamma = \frac{1}{2} \arcsin \left| \frac{f_{mp} l_2 + \pi d_1}{2\pi l} \right|. \quad (11)$$

Сила выталкивания бетонной смеси из камеры уплотнения R_2 определяет давление бетонной смеси на элементы шнека и кожуха в выходной камере:

$$P_3 = \frac{R_2}{S_3} = \frac{16P_0}{\pi^2 D^2 - d_1^2 D^2 - d_1^2 - 4d_1 l_2 \sin \gamma - 4l_2^2 \sin^2 \gamma} \times$$

$$\times \left[\pi d_1 + h \left\{ h \left[f_{mp} \left(\frac{l_1}{t_1 \cos \beta} + tg \beta \right) + 0,5 \right] \right\} + \pi l_1 f_{mp} D + d_1 \right] \times$$

$$\times \left\{ D l_2 f_{mp} + \frac{h \pi d_1 + h \cos \gamma}{\cos \beta} \cdot [\cos \gamma + \beta + f_{mp} \sin \gamma + \beta] + l_2 \times \right.$$

$$\times \left[\frac{\pi d_2 + l_2}{\cos \gamma} - \frac{h \pi d_1 + h}{t_2 \cos \beta} \right] (f_{mp} \cos \gamma - \sin \gamma) \quad (12)$$

Это давление обуславливает силы трения, действующие на элементы шнека со стороны смеси, величины крутящего момента на валу шнека для обеспечения условий уплотнения и транспортировки.

$$M_{кр} = \frac{16P_0 h^2}{\pi} \frac{d_1 + 2l_2 \sin \gamma}{D^2 - d_1^2} \frac{D^2 + d_1^2 - 4d_1 l_2 \sin \gamma + 4l_2^2 \sin^2 \gamma}{D^2 + d_1^2} \times$$

$$\times \left[\pi d_1 + h \left\{ h \left[f_{mp} \left(\frac{l_1}{t_1 \cos \beta} + \tan \beta \right) + 0,5 \right] + \pi l_1 f_{mp} \right\} D + d_1 \right] \times (13)$$

$$\times \left\{ D l_2 f_{mp} + \frac{h}{\cos \beta} \frac{\pi d_1 + h \cos \gamma}{\cos \beta} \cdot [\cos \gamma + \beta + f_{mp} \sin \gamma + \beta] + l_2 \times \right.$$

$$\times \left[\frac{d_1 + 2l_2 \sin \gamma + l_2}{\cos \gamma} - \frac{h}{t_2 \cos \beta} \left(\frac{\pi d_1 + h}{f_{mp} \cos \gamma - \sin \gamma} \right) \right]$$

Таким образом, в результате аналитических исследований рабочих процессов, происходящих в шнековом исполнительном органе, установлены выражения, определяющие силовые и кинематические параметры, а также выходные показатели.

Нетрудно заметить, что отмеченные зависимости определяются большим количеством входящих в них членов, зависящих от исходных данных, выходных показателей и некоторых безразмерных коэффициентов. В силу этого установление рациональных величин параметров исполнительного органа необходимо проводить для большого количества вариантов, что связано со значительными трудностями.

Для исключения этого производится графическое исследование некоторых аналитических выражений с установлением рациональных областей использования расчетных зависимостей.

Для исключения субъективизма в их использовании разработаны номограммы для определения параметров и выходных показателей исполнительного органа. В их основе лежат полученные в исследовании расчетные и графические зависимости.

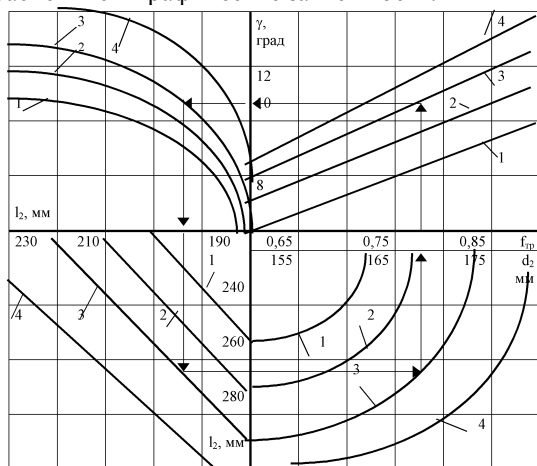


Рис. 4. Номограмма к определению параметров исполнительного органа: 1, 2, 3 и 4 — соответственно, при \$d_1=115; 130; 145\$ и \$160\$ мм

Согласно первой части номограммы (рис. 4), задаваясь величиной коэффициента трения \$f_{тр}\$ с использованием ключа, определяются геометрические параметры исполнительного органа \$l_2, l_1\$ и \$d_2\$ для каждого из предполагаемых значений диаметра \$d_1\$. Установленное значение диаметра \$d_2\$ лежит в основе второй части номограммы (рис. 5).

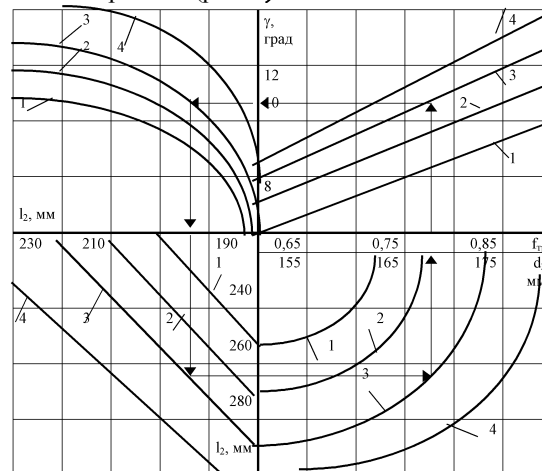


Рис. 5. Номограмма к определению выходных показателей исполнительного органа: 1, 2, 3 и 4 — соответственно, при \$d_2=140; 155; 170\$ и \$185\$ мм

Для установленного его значения определяются геометрические параметры \$h\$ и \$t_2\$, а также выходные показатели исполнительного органа: коэффициент уплотнения \$K_{уп}\$ и крутящий момент \$M_{кр}\$. Следует заметить, если диаметры \$d_1\$ и \$d_2\$ не соответствуют значениям соответствующих кривых, производится экстраполяция номограммы.

Таким образом, полученные аналитические и графические зависимости однозначно определяют величины внутренних параметров и выходных показателей исполнительного органа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Добровольцев В.В. и др. Курс теоретической механики. М.: Высшая школа, 1985. 220 с.
2. Строительные машины. Справочник / Под общей ред. Баумана В.А. и Лапира Р.А. Т.2, М.: Машиностроение, 1977. 486 с.
3. Моль Р. Гидропневмоавтоматика / Пер. с фр. М.: Машиностроение, 1975. 352 с.

УДК 624.131

В.М. ПЛОТНИКОВ
К.С. КАКЕНОВ

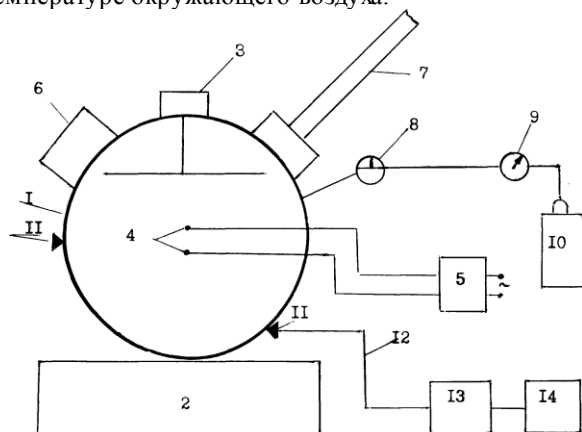
Экспериментальные исследования
по определению оптимальных параметров

уплотнения грунтов взрывом

Блок-схема экспериментальной установки приведена на рисунке. Взрывная камера размерами $D \times L \times \delta$ — 800×500×10 мм изготовлена в виде цилиндра. Камера жестко соединена с подставкой. В камере предусмотрен проем диаметром 180 мм, который может изменяться по сечению и полностью закрываться. Необходимое количество пропана подавалось в камеру из баллона и фиксировалось газовым счетчиком. Режим и время работы вентилятора, при которых достигалась однородность смеси, определялись в период наладочных работ. Однородность смеси устанавливалась путем отбора проб в разных точках объема с последующим химическим анализом.

Зажигание горючей смеси осуществлялось в центре объема искрой электролитического конденсатора. Величина энергии разряда не превышала 0,5 Дж.

Изменение давления в камере регистрировалось индуктивными датчиками давления ДМИ, вмонтированными в боковую стенку камеры. Сигнал, приходящий с датчика, усиливался усилителем ИД-2И и записывался шлейфовым осциллографом К115. Для тарировки датчика давления использовался тарировочный пресс, показания которого снимались с образцового манометра. Эксперименты проводились в закрытом помещении при начальном атмосферном давлении и температуре окружающего воздуха.



Блок-схема экспериментальной установки: 1 — цилиндрическая взрывная камера размерами $D \times L \times \delta$ — 800×500×10 мм; 2 — жесткая подставка под взрывную камеру; 3 — вентилятор; 4 — электроды; 5 — катушка индуктивности; 6 — проем; 7 — отводящая труба диаметром 40 мм; 8 — газовый кран; 9 — газовый счетчик; 10 — баллон с пропаном; 11 — датчики давления ДМИ; 12 — подводящие кабели; 13 — усилитель ИД-2И; 14 — осциллограф К115

При выборе горючего газа для газозвушной смеси, используемого в экспериментах, исходили из того, что он должен иметь хорошо изученные физико-химические параметры горения с воздухом, наиболее часто встречающийся в технологических процессах. Изложенным требованиям, обеспечивающим возможность наиболее полного обобщения экспериментальных результатов и для сопоставления их с теоретическими данными, удовлетворяет пропан. Этот углеводород, входящий в состав горючих природных газов, является основным сырьем для производства различ-

ных органических соединений. Термодинамические и физико-химические свойства пропана подробно изучены и приведены в различных монографиях, справочниках.

В табл. 1 даются основные газодинамические параметры горения для оптимальной концентрации пропана с воздухом, полученные при нормальных условиях.

Таблица 1

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПРОПАНОВОЗДУШНОЙ СМЕСИ ОПТИМАЛЬНОГО СОСТАВА

Исходные данные	ρ , кг/м ³	C, об. %	T°K горения	U _н , м/с	$\nu \cdot 10^{-4}$, м ² /с	$D \cdot 10^{-4}$, м ² /с	$\chi \cdot 10^{-4}$, м ² /с
Газ							
Пропан C ₃ H ₈	1,325	4,18	2198	0,45	0,133	0,057	0,173

Примечание: Значение приведено для отдельного газа, а р. ρ , ν , χ — для ГВС оптимального состава.

Во всех опытах электрической схемой предусматривалось автоматическое включение в определенной последовательности осциллографа и источника зажигания.

Тарировку всех датчиков проводили ежедневно в комплекте с преобразующей (усилитель) и регистрирующей (осциллограф) аппаратурой (что позволяет учесть систематическую ошибку цепи) с применением образцовых средств измерения и апробирования методов, точность которых известна. При тарировке фиксировали отклонение луча гальванометра на осциллографе, а с помощью средств измерения — исходную величину параметра. Для устранения влияния наводок все кабели в измерительной цепи экранировались, а все приборы и экраны кабелей заземлялись.

Тарировка всех датчиков давлений проводилась воздухом при помощи образцового манометра мод. 11202 ГОСТ 6521-72 при 6 ступенях нагружения от 0,2 до 1,2 МПа.

Лабораторные исследования по уплотнению грунтов взрывными нагрузками проводились на песчаном и суглинистом грунте. Для приготовления грунта нарушенной структуры использовался предварительно высушенный при температуре 105–110°C и измельченный в порошок суглинок. Его влажность в воздушно-сухом состоянии не превышала 1,5–2,0%. Порошок грунта, просеянный через сито с диаметром отверстия 0,5 мм, равномерно увлажнялся в поддонах через пульверизатор дистиллированной водой до получения требуемой влажности. При этом необходимое для увлажнения количество воды определялось по формуле

$$G_{TP} = \theta_{TP} \left[1 + \omega_{TP} / 1 + \omega_o - 1 \right], \quad (1)$$

где θ_{TP} — масса грунта в воздушно-сухом состоянии, кг;

ω_o — влажность грунта в воздушно-сухом состоянии;

ω_{TP} — требуемая влажность грунта.

В результате увлажнения был получен суглинок мягкопластичной консистенции с весовой влажностью

$\omega = 10\text{--}28\%$. Для достижения одинаковой влажности приготовленный грунт в течение 3–5 суток выдерживали в герметически закрытой емкости.

Заполнение и уплотнение грунта производилось в лотке послойно следующим образом. На поверхность слоя грунта, слегка уплотненного вручную, укладывалась бумага и устанавливалась перфорированная плита, повторяющая с небольшим зазором своими очертаниями внутренние размеры лотка. На плиту через жесткую балочную клетку устанавливался домкрат, упирающийся в ригель рамной конструкции. Создавая определенное удельное давление, поддерживаемое до условной стабилизации перемещений плиты, получали грунт требуемой плотности и влажности. С каждым новым слоем грунта указанную последовательность уплотнения повторяли до заполнения лотка. Послойная укладка грунта в 5–6 слоев производилась в течение 3–4 часов. Контроль плотности и влажности, производимый путем отбора грунта, показал, что по высоте лотка изменение плотности и влажности незначительно и составляет $\Delta\rho = 3\%$, $\Delta\omega = 2,5\%$.

Определение прочностных свойств грунта производилось с помощью традиционных методов на сдвиговых и компрессионных приборах. Напряжения измерялись динамометрами типа ДОСМ-1-01, а деформации — индикаторами часового типа ценой деления 0,01 мм.

Осредненные физико-механические характеристики приготовленного таким образом суглинка нарушенной структуры были следующие:

1. Суглинок мягкопластичный — плотность скелета грунта $\rho_o^{CK} = 1,50 \text{ г/см}^3$, влажность $\omega = 22\%$, пластичность $I_p = 11,6$, текучесть $I_L = 0,40$, коэффициент пористости $e = 0,66$, угол внутреннего трения $\varphi = 21^\circ$, удельное сцепление $c = 0,032 \text{ МПа}$, модуль деформации $E = 10 \text{ МПа}$.

2. Мелкозернистый песок — плотность скелета грунта $\rho_o^{CK} = 1,58 \text{ г/см}^3$, коэффициент пористости $e = 0,63$, влажность $\omega = 4\%$, угол внутреннего трения $\varphi = 27^\circ$, модуль деформации $E = 16 \text{ МПа}$.

На основании результатов методических испытаний, представленных в табл. 2, было установлено, что уплотняемость грунта (U) зависит, главным образом, от интенсивности импульсного воздействия (X_1) и влажности грунта (X_2). Уровни факторов (X_1), (X_2) и интервалы их варьирования, приведенные в табл. 3, определялись из конкретных условий выполнения экспериментов. В дальнейшем задача сводилась к тому, чтобы методами математического планирования экспериментов выяснить, какие из факторов (X_1), (X_2) оказывают существенное влияние на величину максимального уплотнения грунтов (U), а также оценить степень этого влияния.

Выбор математической модели U заключался в выборе вида функции

$$\hat{O} = f X_1, X_2. \quad (2)$$

Функция U называется функцией отклика. Каждый фактор может принимать в опыте одно или не-

сколько значений уровней. Фиксированный набор уровней факторов определяет одно из возможных состояний системы. Число возможных состояний системы

$$S = p^k, \quad (3)$$

где S — число уровней;

k — число факторов.

В качестве математической модели функции отклика выберем полиномиальную модель первой степени в виде [104]:

$$\hat{O} = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_n X_n, \quad (4)$$

где b_0, b_1, b_2, b_n — коэффициенты модели, определяемые по результатам экспериментов.

Чтобы линейной моделью можно было эффективно пользоваться, она должна быть адекватной, т.е. соответствовать неизвестной функции отклика. Под адекватностью понимается способность модели предсказывать результаты эксперимента в некоторой области с требуемой точностью.

В рассматриваемом случае модель типа (4) характеризует зависимость случайной величины зависимой переменной U от неслучайных значений независимых X . Следовательно, уравнение (4) является уравнением регрессии, а метод его построения и анализа — регрессионным анализом. В условиях эксперимента, как показал анализ, выполнялись все следующие исходные предпосылки:

- зависимая переменная (отклик) — случайная величина с нормальным законом распределения;
- дисперсия в определении этой переменной не зависит от ее абсолютной величины;
- факторы измеряются с пренебрежительно малой ошибкой по сравнению с ошибкой в определении отклика,

Факторы, входящие в уравнение модели (4), могут быть представлены в виде натуральных или кодированных значений. Кодированное значение фактора x_j равно

$$x_j = \bar{x}_j - \bar{x}_{j0} / J_j, \quad (5)$$

где $\bar{x}_j$ — натуральное значение фактора;

$\bar{x}_{j0}$ — натуральное значение основного уровня;

J_j — интервал варьирования.

Интервал варьирования — число, прибавление которого к основному уровню дает верхний, а вычитание — нижний уровень фактора. Кодированное значение фактора на верхнем уровне равно +1, на нижнем -1.

Эксперимент, в котором реализуются все возможные сочетания уровней факторов, называется полным факторным экспериментом. Условия эксперимента можно записать в виде таблицы, где строки соответствуют различным опытам, а столбцы — значениям факторов. Такие таблицы называют матрицами планирования эксперимента. Для двух факторов матрица планирования приведена в табл. 2.

Таблица 2

Номер опыта	X_1	X_2	U
1	+1	+1	U_1

2	-1	+1	Y_2
3	+1	-1	Y_3
4	-1	-1	Y_4

Для определения коэффициентов модели (б) используется метод наименьших квадратов:

$$\begin{cases} b_0 = \sum_{j=1}^n x_{ji} \cdot \dot{O}_i / N, \quad j = 0, 1, \dots, K, \\ b_1 = [+1 \cdot \dot{O}_1 + -1 \cdot \dot{O}_2 + +1 \cdot \dot{O}_3 + -1 \cdot \dot{O}_4] / 4, \\ b_2 = [+1 \cdot \dot{O}_1 + +1 \cdot \dot{O}_2 + -1 \cdot \dot{O}_3 + -1 \cdot \dot{O}_4] / 4, \end{cases} \quad (6)$$

где b_0 — среднее арифметическое значение параметров оптимизации;
 N — число опытов.

Процесс уплотнения грунтов под действием многих факторов является сложной системой. Качественный показатель уплотнения (плотность) при различных импульсных нагрузках зависит от многих факторов. Задача поиска оптимальных условий получения необходимой плотности, т.е. задача оптимизации, решается наиболее успешно с помощью метода планирования эксперимента. В качестве параметра оптимизации была выбрана величина плотности, достигаемая при уплотнении импульсными нагрузками. Выбранный параметр отвечает всем необходимым требованиям:

- имеет физический смысл;
- эффективен с точки зрения оценки степени уплотнения;
- универсален;
- выражается количественно.

Качество уплотнения определяется совокупностью характеристик, которые, кроме плотности, включают коэффициент пористости, газопроводность, равномерность уплотнения и др. Измеряемые и контролируемые в процессе исследований эти характеристики служат ограничениями параметра оптимизации.

Плотность уплотнения грунта является функцией следующих параметров:

$$\delta = f \Delta P / P_0, \omega, \quad (7)$$

где ΔP — избыточное максимальное давление, действующее на грунтовую систему, которое образуется при взрывном горении горючей смеси;

P_0 — атмосферное давление;

ω — влажность грунта.

Уравнение (7) является параметрическим и не устанавливает количественную связь между параметрами. Ввиду того, что влияние отдельных параметров, как правило, проявляется совместно, рассмотрим влияние совокупности этих параметров.

На основании π -теоремы из зависимости (7) с помощью метода индексов Релея были образованы два симплекса: $\pi_1 = \Delta P / P_0$ — критерий, характеризующий абсолютную величину импульсного воздействия; $\pi_2 = \omega$ — критерий, характеризующий влажность грунтовой системы.

Величины параметров процесса уплотнения грун-

та следующие:

- избыточное давление, атм — 4,0; 6,0; 8,0;
- влажность грунта, % — 10, 15; 20.

Уровни факторов и интервалы варьирования; выбранные на основании величин установленных параметров, приведены в табл. 3.

Таблица 3

Фактор	Значение фактора	Основной уровень	Интервал варьирования	Верхний уровень	Нижний уровень
X_1	$\pi = \Delta P / P_0$	6,0	2,0	8,0	4,0
X_2	$\pi = \omega$	15,0	5,0	20,0	10,0

Для получения уравнения регрессии по полному факторному эксперименту необходимо провести четыре эксперимента. Матрица планирования полного факторного эксперимента приведена в табл. 4.

Таблица 4

№ п/п	X_1	X_2	X_3	X_4	$\delta_{\text{исх.}}$ г/см ³	$\delta_{\text{исх.}}$ г/см ³	S	$\Delta \delta$
1	+	+	+	+	1,783	1,779	0,0001	0,00002
2	+	-	+	-	1,370	1,374	0,00008	0,00002
3	+	+	-	-	1,760	1,764	0,0001	0,00002
4	+	-	-	+	1,365	1,361	0,00008	0,00002
Σ							0,00036	0,00008

где $S = S_{\delta} y^2$, $\Delta \delta = \delta_p - \delta_{cp}^2$.

Чтобы исключить влияние систематических ошибок, порядок проведения экспериментов выбран по таблице случайных чисел. После проведения эксперимента была определена дисперсия воспроизведения $S^2 y$, оцениваемая по двум опытам во всей матрице:

$$S^2 y = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^n T_{iq} - T_{\bar{p}, y, \bar{e} \bar{n}}^2 / N n - 1, \quad (8)$$

где T_{iq} — результат отдельных опытов;

n — количество повторений в каждом опыте;

N — количество опытов в матрице $i = 1, 2, \dots, N$,

$q = 1, 2, \dots, n$.

Дисперсия воспроизводимости параметра оптимизации составляет:

$$S_{\delta}^2 y = 0,00036 / 4(2-1) = 0,00009.$$

Были получены следующие значения коэффициентов регрессии:

$$b_0 = 1,5695; \quad b_1 = 0,2020; \quad b_2 = 0,007.$$

Математическая линейная модель процесса уплотнения имеет вид:

$$\delta = 1,5695 + 0,202 \cdot X_1 + 0,007 \cdot X_2. \quad (9)$$

Проверка значимости коэффициента регрессии была проведена сравнением абсолютных величин с доверительным интервалом

$$\Delta b_j = \pm t \cdot S b_j, \quad (10)$$

где t — критерий Стьюдента;

$S b_j$ — квадратическая ошибка коэффициента регрессии, которая определяется:

$$S_{\delta} b_j = \sqrt{S^2 y / N} = \sqrt{0,00009/4} = 0,0047. (11)$$

Критерий Стьюдента $t_4 = 2,13$. Доверительный интервал равен:

$$\Delta b_j \delta = 2,13 \cdot 0,0047 = 0,01.$$

Коэффициенты регрессии считаются статически значимыми, если их абсолютная величина более доверительного интервала. Следовательно, статистически значимыми являются коэффициенты b_0 и b_1 .

Проверка пригодности постулируемой линейной модели процесса уплотнения грунта, т.е. проверка адекватности модели, была проведена с помощью критерия Фишера (F -критерий) при 5% уровне значимости

$$F = S_{aa}^2 / S^2 y, (12)$$

где $S_{aa}^2 = n \sum_{i=1}^n \Delta \delta^2 / f$, f — число степеней свободы ($4 - 2 = 2$).

Дисперсия адекватности

$$S_{aa}^2 = 2 \cdot 0,00008 / 2 = 0,00008.$$

Полученные расчетные значения F -критерия

$$F_{\delta} = 0,00008 / 0,00009 = 0,9$$

оказались меньшими, чем табличная величина $F = 6,59$. Это свидетельствует о том, что линейную модель процесса уплотнения грунта можно признать адекватной.

Таким образом, планирование эксперимента, проведенное на основе методических опытов, показало, что основными факторами, влияющими на степень уплотнения грунта при действии импульсных нагрузок, являются интенсивность воздействия и, в меньшей степени, влажность грунта. В связи с этим в основной серии опытов была поставлена задача найти функциональную зависимость плотности грунта от указанных выше основных факторов.

Экспериментальные исследования планируется провести в два этапа. На первом этапе отрабатывается режим взрывного горения газовоздушной смеси: выбор площади выходного отверстия, режим перемешивания газовой смеси вентилятором, скорость нарастания давления. На втором этапе в взрывную камеру помещаются образцы грунта в стальных цилиндрах диаметром 50 мм и высотой 100 мм. Стальные цилиндры имеют съемное днище, чтобы после испытаний можно было извлечь образцы уплотненного грунта и определить физико-механические свойства грунта. Чтобы исключить боковое трение грунта о стенки цилиндра, последние смазываются машинным маслом.

Экспериментальная установка работает следующим образом. Газ из системы дозирования по газовой магистрали поступает в камеру сгорания. После ее заполнения включается электродвигатель вентилятора для перемешивания газа с воздухом, затем посредством системы зажигания осуществляется воспламенение газовоздушной смеси. Включение усилителя с

осциллографом производится с опережением 1–1,5 с по сравнению с включением зажигания в автоматическом режиме. Проем камеры предварительно закрывался картоном толщиной 0,1–0,2 мм. Площадь проема изменяется в таких пределах, чтобы обеспечить максимальное избыточное давление в пределах 0,5–0,8 МПа. Скорость вращения вентилятора варьируется в пределах от 200 до 500 об/мин, чтобы обеспечить время сгорания газовоздушной смеси в пределах 5–15 мс. Кроме того, серия экспериментов проводилась в замкнутом объеме. С целью интенсификации горения в горючую смесь добавлялся кислород, чтобы обеспечить максимальное избыточное давление в камере до 0,85 МПа. После окончания эксперимента продукты сгорания удаляются из камеры через отводящую трубу с помощью вакуум-насоса.

Определение физико-механических свойств грунта производили по стандартной методике до и после проведения эксперимента по уплотнению грунта. Для определения плотности, влажности и пористости грунта образцы взвешивались на электрических весах.

В результате обработки осциллограмм определяли время нарастания давления, максимальное избыточное давление, давление, при котором происходила разгерметизация проема.

Для оценки истинного значения величины по результатам n независимых измерений необходимо, чтобы эти результаты были свободны от грубых и систематических ошибок. Если все n , измерений величины a произведены с одинаковой точностью (равноточные измерения), то в качестве оценки истинного значения измеряемой величины применяют среднее арифметическое значение результатов измерений:

$$a = \bar{x} = 1/n \sum_{i=1}^n x_i. (13)$$

Эта оценка является несмещенной и состоятельной, потому что случайные ошибки измерения подчинены нормальному закону распределения.

При условии, что средняя квадратическая ошибка δ заранее неизвестна, то вместо нее используют эмпирический стандарт, который служит оценкой параметра δ .

$$S = S^* \sqrt{\frac{n}{n-2}} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n x_i - \bar{x}^2}. (14)$$

При этом доверительная оценка будет:

$$|a - \bar{x}| < t_{P;k} \cdot k / \sqrt{n}, (15)$$

где множитель $t_{P;k}$ зависит уже не только от доверительной вероятности P , но и от числа измерений n ($k = n - 1$). При неизвестной точности измерений доверительный интервал увеличивается по сравнению с доверительным интервалом при известной точности измерений.

Так как выбор надежности доверительной оценки допускает некоторый произвол, то в практике обработки результатов экспериментов широкое распространение получило правило трех сигм, а в случае неизвестной величины σ :

$$|a - \bar{x}| < 3 \cdot S / \sqrt{n}.$$

Увеличивая количество измерений n , даже при неизменной их точности, можно увеличивать надежность доверительных оценок или сузить доверительный интервал для истинного значения измеряемой величины.

Если средняя квадратическая ошибка измерений заранее неизвестна, но известен хотя бы ее порядок, то необходимое количество измерений можно определять в зависимости от надежности P и отношения $q = \varepsilon/S$. Для определения количества n в зависимости от P и q применяется специальная таблица. Чтобы гарантировать получение доверительной оценки с надежностью $P = 0,95$ и точностью S , надо произвести 7 измерений на каждом уровне. Данные математической обработки экспериментальных исследований приведены в таблице 5.

Так, для опытов с закрытой мембраной из картона толщиной 1 мм выхлопным отверстием получены следующие значения величин максимального давления: 505, 515, 540, 550, 545, 510, 545 кПа. Среднее арифметическое значение равняется 530 кПа, а среднее квадратическое отклонение по результатам измерений равно 0,179 кПа. По заданной надежности $P = 0,95$ и числу измерений $n = 7$ находим по табл. 4 $t(0,95; 6) = 2,447$ и получаем доверительную оценку истинного значения по формуле:

$$|a - \bar{x}| < 2,447 \cdot 0,179 / \sqrt{6} = 0,178 \text{ кПа.}$$

Таким образом, с надежностью 0,95 можно считать, что значение заключено в интервале (512; 548).

Установим границу погрешности результата измерений (без учета знака по формуле неисключенной систематической погрешности):

$$\Delta = K \cdot S_{\Sigma}, \quad (16)$$

где K — коэффициент, зависящий от соотношения случайной и неисключенной систематической погрешности;

S_{Σ} — оценка суммарного среднего квадратического отклонения результата измерений:

$$S_{\Sigma} = \sqrt{\sum_{i=1}^m \frac{\theta_i^2}{3} + S^{*2}}, K = \frac{\varepsilon + \theta}{S^{*2} + \sqrt{\sum_{i=1}^m \frac{\theta_i^2}{3}}}, \theta = h \sqrt{\sum_{i=1}^m \theta_i^2}, \quad (17)$$

где θ_i — граница i -й неисключенной систематической погрешности;

$k = 1,1$ для $P = 0,95$ — доверительные границы случайной погрешности.

Неисключенная систематическая погрешность результата измерений образуется из составляющих метода, средств измерений и других источников. Для данных приборов, используемых в экспериментальных исследованиях, суммарная неисключенная систематическая погрешность результата измерений будет складываться из следующих составляющих:

$\delta_1 = 0,16\%$ — погрешность образцового манометра, который применяется для статической тарировки датчиков давления;

$\delta_2 = 3,0\%$ — погрешность дифференциального малогабаритного индуктивного датчика давления ДМИ-3,0;

$\delta_3 = 0,1\%$ — погрешность газового счетчика ГСБ-

400, который используется для определения объемной концентрации газовой смеси.

$$\theta = 1,1 \cdot \sqrt{0,0016^2 + 0,03^2 + 0,001^2} \cdot 230^2 = 0,176 \text{ кПа,}$$

$$S_{\Sigma} = 0,203 \text{ кПа, } K = 1,31,$$

т.к. $\theta/S^* = 0,176/0,178 = 0,989$, поэтому неисключенными систематическими ошибками пренебрегать не рекомендуется. Следовательно, доверительная оценка истинного значения с учетом неискаженных систем а-

тических ошибок равняется $\Delta = 1,31 \times 0,203 = 0,266$ кПа и с надежностью 0,95 можно считать, что значение a заключено в интервале (0,503; 0,557).

Кроме физических характеристик грунта, определялись механические свойства. Лабораторные исследования проводились на приборах трехосного сжатия и установке на сдвиг. Напряжения измеряются в данном случае динамометрами ДОСМ-3-01, а деформации — индикаторами часового типа ценой деления 0,01 мм.

В ходе исследования берутся следующие схемы нагружения:

- изотропная компрессия, когда образец нагружается постепенно;
- одноосное нагружение, когда образец нагружается до заданного уровня изотропно, а затем напряжение σ_1 постепенно увеличивается;
- сдвиг.

Испытания грунтов на сдвиг проводили на стационарной установке. Образцы отбирали в кольца-

обоймы диаметром 290 мм. Для проведения испытаний на одноплоскостной сдвиг образец грунта помещали в прибор и предварительно обжимали вертикальной нагрузкой в течение 15 мин. Обработка результатов испытаний выполнялась в соответствии со стандартной методикой. По каждой серии нагружений проводилось не менее 5 испытаний.

Погрешности измерений при проведении лабораторных экспериментов состоят из двух групп: связанных с работой измерительно-регистрирующей аппаратуры и обусловленных непостоянством физико-механических свойств грунтов и схемой производства замеров. Суммарная относительная погрешность измерения составляет не более 6 %. Случайные ошибки измерений второй группы являются следствием непостоянства физико-механических свойств грунта. Поэтому точность получения результатов оценивается на основании статистических методов контроля за степенью рассеивания изучаемых характеристик и не превышает 10%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование экспериментов при поиске оптимальных условий. М.: Наука, 1976. 243 с.
2. Разоренов В.Ф., Яковлев А.В. Прогноз сжимаемости и просадочности лессовых грунтов по изменению показателей физических свойств // Респ. межвед. науч.-техн. сб. Вып. 2. Киев: Будивельник. 1981. С. 94–98.

УДК 624.04
С.Н. БОЛОТКИН

Расчет некоторых статически неопределимых систем без применения метода сил или перемещений

Под статически неопределимыми системами подразумеваются такие, которые не могут быть решены только применением уравнений статики, а именно, когда сумма проекций всех сил на оси X и Y равна нулю, а также моменты сил относительно какой-либо произвольной точки равны нулю, т.е. вся система находится в равновесии [1]. Уравнения равновесия при решении таких задач недостаточны для определения реакций в опорах. Поэтому для статически неопределимых систем применяют систему метода сил или перемещений.

Этот метод, обладая четкими и логичными положениями, не лишен и существенного недостатка, так как сутью его является положение, что к отброшенной связи необходимо приложить некую неизвестную силу, чтобы перемещение в направлении этой силы под действием внешних факторов равнялось нулю. Для выполнения этого условия задается модуль упругости материала — E и момент инерции сечения — J , т.е. то, что и требуется найти в результате решения. Поэтому решение может быть получено при различных значениях момента инерции J (т.е. геометрической характеристики сечения) и соответственно этому значению будет величина отброшенной связи.

Однако многие статически неопределимые задачи могут быть решены без применения канонических уравнений перемещений, таким подбором уравнений статики, что задача становится вполне решаемой. Например, для двухпролетной балки, которая является

единожды статически неопределимой, можно составить следующую систему уравнений (рис.1):

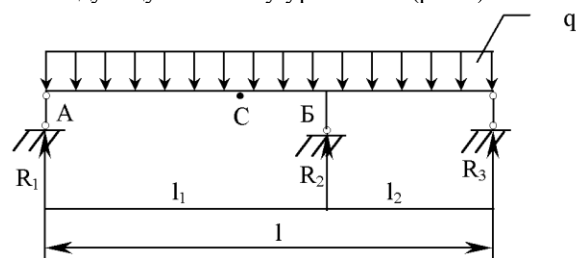


Рис. 1. Расчетная схема двухпролетной балки

$$\begin{cases} \sum Y = 0 \Rightarrow R_1 + R_2 + R_3 = q \cdot l, & (1) \\ M_{A \rightarrow \bar{a} \bar{a}} = \dot{I}_{A \bar{a} \bar{a}} \Rightarrow \sum \dot{I}_A = 0, & (2) \\ \dot{I}_{\bar{N} \bar{a} \bar{a}} = \dot{I}_{\bar{N} \bar{a} \bar{a}} \Rightarrow \sum \dot{I}_{\bar{N}} = 0. & (3) \end{cases}$$

Эти положения могут быть использованы для определения опорных реакций в подшивной ферме копра (рис. 2) или для определения опорных реакций в фасадной ферме четырехстоечного подшахтного копра (рис. 3), которая также является единожды статически неопределимой системой [2].

$$\begin{cases} \sum Y = 0, & \sum Y = 0, & (4) \\ \sum \dot{I}_A = 0, & \sum \dot{I}_A = 0, & (5) \\ \sum \dot{I}_{\bar{N}} = 0, & \sum \dot{I}_{\bar{N}} = 0, & (6) \\ \sum \tilde{O} = 0, & \sum \tilde{O} = 0, & (7) \end{cases}$$

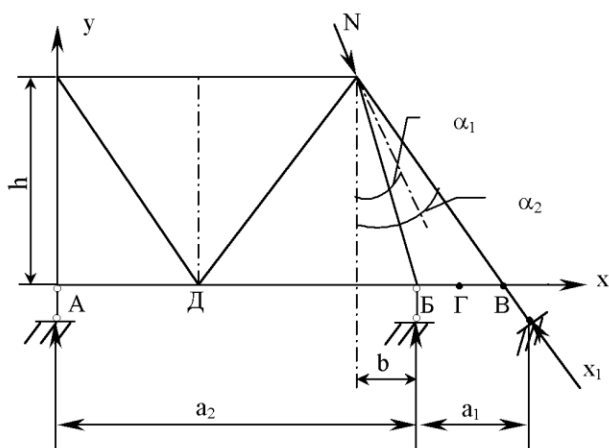


Рис. 2. Расчетная схема подшивной фермы копра

Определение реакций, включая лишнюю неизвестную, может быть произведено по (4)–(7), а проверка правильности их определения — выполнением условия

$$M_{F \text{ лев}} = M_{F \text{ прав}}, \quad (8)$$

где F — произвольная точка как на контуре системы, так и вне ее.

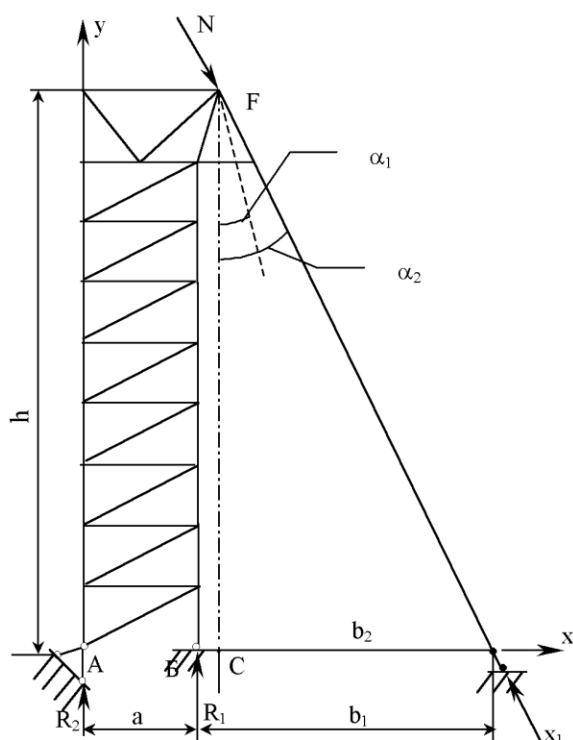


Рис. 3. Расчетная схема фасадной фермы копра

Методы решения статически определимых задач могут быть использованы и при решении более сложных задач, например, рам с жестко защемленными опорами (рис. 4 и 5). В данном случае рама, изображенная на рис. 4, является трижды статически неопределимой, а на рис. 5, — шесть раз статически неопределимой, и для определения реакций в первом случае (рис. 4) требуется составление трех уравнений перемещения [1], а для рамы (рис. 5) — шести уравнений перемещений.

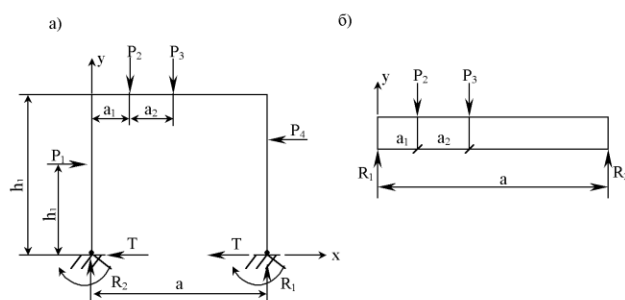


Рис. 4: а — расчетная схема жестко защемленной рамы; б — расчетная схема для определения реакций R_1 и R_2

Однако, считая рамы, представленные на рис. 4 и 5, абсолютно жесткими (т.е. представляющими единое целое), можно предположить, что горизонтальные усилия будут одновременно передаваться на опоры без зазора и должны быть равны между собой. В этом случае величина горизонтальных реакций определяется как (рис. 4)

$$\sum X = 0 \text{ или } 2T = P_1 - P_2. \quad (9)$$

Силы P_1 и P_2 будут создавать изгибающие моменты в заделке, но так как рама предполагается жесткой, можно записать

$$2M = P_1 h_1 - P_2 h_2. \quad (10)$$

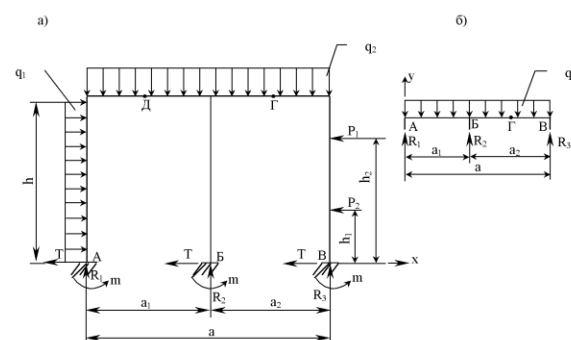


Рис. 5: а — расчетная схема двухконтурной жестко защемленной рамы; б — расчетная схема для определения реакций R_1 , R_2 и R_3

Так как горизонтальные силы P_1 и P_2 и соответствующие им реакции T и T_1 не могут влиять на величину вертикальных реакций P_1 и P_2 , то для определения их можно составить систему уравнений (рис. 4, б):

$$\begin{cases} \sum Y = 0, \\ \sum \dot{I}_A = 0. \end{cases}$$

Так как величины T и M находились независимо от вертикальных реакций P_1 и P_2 , то для проверки правильности их определения с полным основанием может быть использовано условие (8).

Точно так же для определения реакций и последующего нахождения требуемого сечения для балки и стоек с двумя замкнутыми контурами (рис. 5) могут быть составлены следующие уравнения:

$$\sum X = 0 \text{ или } 3T = q_1 h - P_1 - P_2, \quad (11)$$

$$3M = q_1 \cdot h \cdot 0,5h - P_1 h_2 - P_2 h_1. \quad (12)$$

Для определения вертикальных реакций R_1 , R_2 и R_3 (рис. 5, б) можно составить систему уравнений

$$\begin{cases} \sum \dot{O} = 0 \Rightarrow R_1 + R_2 + R_3 = q_2 \cdot a, & (13) \\ \sum \dot{I}_A = 0, & (14) \\ \sum \dot{I}_r = 0. & (15) \end{cases}$$

Проверка правильности определения всех реакций, т.е. T , M , R_1 , R_2 и R_3 , может быть осуществлена из условия (8).

Произведенные расчеты показывают, что многие статически неопределимые системы, в частности неразрезные многопролетные балки, статически неопределимые фермы могут быть решены только применением уравнений равновесия при таком их подборе, когда в уравнения равновесия входят одновременно все неизвестные реакции.

Для статически неопределимых рам все реакции

также могут быть найдены применением уравнений статики в предположении, что одноконтурные и двухконтурные рамы являются бесконечно жесткими, и при жесткой заделке горизонтальные усилия воспринимаются одновременно в равной степени всеми стойками, создавая в них изгибающий момент, но не могут влиять на величину вертикальных реакций, как это учитывается при шарнирных опорах.

В этом случае как для многопролетных балок, так и рам определение опорных реакций не зависит ни от модуля упругости материала, ни от геометрических характеристик сечения, легко поддается проверке и не требует громоздких вычислений перемещений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Снитко Н.К. Строительная механика. М.: Высшая школа, 1968.
2. Баклашов Н.В., Борисов В.Н., Максимов А.П. Проектирование и строительство горно-технических зданий и сооружений. М.: Недра, 1991.

УДК 656.23

Ж.М. КУАНЫШБАЕВ
Н.М. КЕНЕСОВ

Определение оптимального тарифа и объемов железнодорожных перевозок

Грузы, перевозимые железнодорожным транспортом, не являются взаимозаменяемыми, поэтому расчет оптимальных тарифов необходимо выполнять по каждому виду груза в отдельности. В качестве критериев оптимальности при этом могут быть использованы следующие показатели: максимум рентабельности, прибыли и доходов. При выборе критерия оптимальности для построения тарифов необходимо соблюдение следующих условий: расчет оптимальных тарифов должен быть достаточно простым; оптимальные тарифы должны стимулировать снижение затрат железнодорожного транспорта и снижение самих тарифов. В наибольшей степени этим условиям удовлетворяет критерий «максимум прибыли от перевозки каждого груза».

Одной из причин падения объема перевозок грузов, сокращения объемов производства и потребления товаров и услуг является традиционный подход к построению железнодорожных грузовых тарифов. В дальнейшем цены на продукцию, потребляемую железной дорогой (топливо, электроэнергию, запасные части), также будут повышаться. Поэтому предлагаем

при расчете тарифов учитывать эти изменения. Проведем расчеты изменения тарифов сначала традиционным методом, а затем методом, учитывающим факторы изменяющегося рынка. К таким факторам можно отнести изменение цен на сырье и исходные материалы, изменение курса тенге по отношению к американскому доллару, изменения в налоговом законодательстве. Для упрощения расчетов и получения конкретных результатов рассмотрим перевозку двух наименований грузов: угля и железной руды на одинаковое расстояние в 443,9 км. Затраты на перевозку этих грузов одинаковы. Запишем условие равновесия в пункте потребления [1]:

$$a - bQ = c + dQ + T, \quad (1)$$

где a, b — параметры уравнения спроса в пункте B ;
 c, d — параметры уравнения предложения в пункте A ;

Q — равновесный объем потребления (производства) груза, тыс. т;

T — железнодорожный тариф на перевозку 1

тонны груза из пункта *A* в пункт *B*, тысяч тенге. В расчетах принимаем $T = 6520$ тенге/т.

Значения исходных параметров в условии равновесия для угля:

$$a = 76; b = 0,076; c = 61,2; d = 0,123.$$

для руды:

$$a = 11,77; b = 0,0018; c = 5,02; d = 0,0014.$$

Из уравнения (1) определяем объем перевозок грузов по формуле

$$Q = \frac{a - c - T}{d + b}, \quad (2)$$

угля:

$$Q_{\delta} = \frac{76 - 61,2 - 6,52}{0,123 + 0,076} = 41\ 600 \text{ т.}$$

руды:

$$Q_{\delta} = \frac{11,77 - 5,02 - 6,52}{0,0014 + 0,0018} = 71\ 900 \text{ т.}$$

Общий объем перевозок по двум наименованиям грузов составит:

$$Q_{\delta\delta} = Q_{\delta} + Q_{\delta},$$

$$Q_{\delta\delta} = 41600 + 71900 = 113\ 500 \text{ т.}$$

Доходы от перевозки грузов определим по следующей формуле:

$$\ddot{A} = T \times Q \text{ тенге,}$$

для угля:

$$\ddot{A}_{\delta} = 41600 \times 6,52 = 271\ 200 \text{ тенге,}$$

$$\ddot{A}_{\delta} = 41600 \times 6,51 \times 443,9 = 120\ 399\ 885 \text{ тенге,}$$

для руды:

$$\ddot{A}_{\delta} = 71900 \times 6,52 = 468\ 800 \text{ тенге,}$$

$$\ddot{A}_{\delta} = 71900 \times 6,52 \times 443,9 = 208\ 094\ 993 \text{ тенге.}$$

Общий доход:

$$\ddot{A}_{\delta\delta} = 271\ 200 + 468\ 000 = 740\ 000 \text{ тенге,}$$

$$\ddot{A}_{\delta\delta} = 120\ 399\ 885 + 208\ 094\ 993 = 328\ 494\ 878 \text{ тенге.}$$

Теперь предположим, что цены на сырье и продукцию, используемую железной дорогой, возросли значительно. Себестоимость перевозок грузов также увеличится. Допустим, что затраты на перевозку грузов составят в следующем их распределении. Например, условно-переменные затраты в объеме 4,797 тенге/ткм распределяются по элементам затрат:

Элементы затрат	Единица измерения	Величина
Затраты на ГСМ	тенге/ткм	2,11
Фонд оплаты труда	—	1,44
Отчисления на соцстрах	—	0,36
Отчисления ФОМС	—	0,03
Затраты на ремонт	—	0,48
Затраты на запчасти	—	0,377

Условно-постоянные затраты составляют в общем их объеме 10,275 тенге/ткм, по элементам затрат распределяются следующим образом:

Элементы затрат	Единица измерения	Величина
Содержание администрации	Тенге/ткм	1,23
Отопление	—	2,57
Освещение	—	2,88
Содержание пути	—	1,035
Охрана труда	—	1,28
Охрана окружающей среды	—	1,28

Тогда затраты на перевозку составят при фактической величине транспортного тарифа по условно-переменным затратам:

$$\text{для угля } Z_{\text{ус. пер}} = 41600 \times 4,797 \times 443,9 = 88\ 582\ 553 \text{ тенге,}$$

$$\text{для руды } Z_{\text{ус. пер}} = 71900 \times 4,797 \times 443,9 = 153\ 103\ 019 \text{ тенге,}$$

$$\text{в общем объеме } Z_{\text{ус. пер}} = 113\ 500 \times 4,797 \times 443,9 = 241\ 685\ 573 \text{ тенге,}$$

по условно-постоянным затратам:

$$\text{для угля } Z_{\text{ус. пост.}} = 10,275 \times 41600 \times 443,9 = 189\ 740\ 616 \text{ тенге;}$$

$$\text{для руды } Z_{\text{ус. пост.}} = 10,275 \times 71900 \times 443,9 = 327\ 941\ 113 \text{ тенге;}$$

$$\text{в общем объеме } Z_{\text{ус. пост.}} = 10,275 \times 113\ 500 \times 443,9 = 517\ 681\ 729 \text{ тенге.}$$

Определим общие затраты по перевозкам наименований грузов, т.е. угля и железной руды:

$$\text{для угля } Z_{\text{об}} = (4,797 + 10,275) \times 41600 \times 443,9 = 278\ 323\ 169 \text{ тенге;}$$

$$\text{для руды } Z_{\text{об}} = (4,797 + 10,275) \times 71900 \times 443,9 = 481\ 044\ 132 \text{ тенге;}$$

$$\text{для угля и руды } Z_{\text{об}} = (4,797 + 10,275) \times 113\ 500 \times 443,9 = 759\ 367\ 301 \text{ тенге.}$$

Теперь определим затраты на перевозку при оптимальной и фактической себестоимости перевозок и представим результаты в табл. 1.

Определим объемы перевозок при фактической величине транспортного тарифа:

$$Q = \frac{a - c - T}{d + b},$$

где T — фактический транспортный тариф, $T = 15,027$ тенге/ткм (табл. 2).

Из представленной таблицы видно, что при фактической себестоимости транспортного тарифа $T = 15,027$ тенге/ткм перевозка массовых грузов угля и руды является убыточной. Из анализа уравнения (2) видно, что максимальное повышение тарифа может составлять от исходного ($T = 6,52$ тенге/ткм) до 6,72 тенге/ткм. При увеличении тарифа объемы перевозок угля уменьшаются, а перевозка руды становится неэффективной при величине тарифа 6,72 тенге/ткм. При дальнейшем увеличении тарифа объемы перевозок угля медленно уменьшаются, а перевозка руды становится неэффективной и при фактической себестоимости $T = 15,027$ тенге/ткм перевозка угля и руды требует дотации в размере 157 и 272 млн тенге соответственно.

Одним из путей повышения эффективности перевозок является снижение транспортного тарифа, уве-

личение объемов, средней дальности перевозок.

Таблица 1

РАСЧЕТ ОПТИМАЛЬНЫХ ТАРИФОВ ЗА ПЕРЕВОЗКИ

Наименование груза	Тариф, тенге/ткм	Объем, т	Доход, тенге/км	Затраты, тенге	Усл.- пер.	Усл.- пост.	Общие затраты, тенге	Убытки тенге	Процент покрытия
					тенге/ткм				
					2,11	1,23			
уголь	6,52	41600	120399884,8	120399884,8	1,44	2,57	278323169,3	157923284,5	
руда	6,52	71900	208094993,2	208094993,2	0,36	2,88	481044131,5	272949138,3	
общий	6,52	113500	328494878	328494878	0,03	1,035	759367300,8	430872422,8	43,25902335
					0,48	1,28			
					0,377	1,28			
					4,797	10,275			

Таблица 2

МАКСИМАЛЬНЫЙ ТАРИФ ЗА ПЕРЕВОЗКИ

Наименование груза	Тариф исх., тнг/ткм	Объем перевозок, тыс. т.	Тариф, тнг/ткм	Объем перевозок, тыс. т.	Тариф, тнг/ткм	Объем перевозок, тыс. т.	Тариф, тнг/ткм	Объем перевозок, тыс. т.
уголь	6,52	41,6	6,72	40,603015	8,6	31,15578	15,072	-1,3668342
руда	6,52	71,96	6,72	0	8,6	-587,5	15,072	-2610

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кожевников Ю.Н.. Грузовые тарифы в современных условиях. М.: Железнодорожный транспорт, 1996. 57 с.

ӘОЖ 622.647

И.И. ТАЗАБЕКОВ
Т.К. БАЛҒАБЕКОВ

Қрп қозғалтқышты табақшалы науаға теңгеру
қондырғысын енгізіп оны зерттеудегі есептер

Ашық тау-кен жұмыстары үшін қолданылатын табақшалы науалардың көптеген түрлері бар. Солардың жұмыс атқару кезінде, тізбектерінің желінуінің аркасында көбісі істен шығып қалады, істен шыққанда олардың табақшасы, қозғалтқышы, тартып-тасымалдайтын төсемі, ернеуі тағы сондайлардан емес, тура тізбектің желінуінен. Өйткені бірнеше шақырым ұзындықтағы табақшалы науаның әрбір тізбегінде 1 мм ғана желіну байқалған болса, онда ол салбырап, әрі қарай тартып тасымалдатуға қозғалтқыштың күші жетпей қалады. Міне осы сұрақты шешу үшін біз көп қозғалтқышты табақшалы науаға теңгеру қондырғысын орналастырғанды жөн көріп отырмыз.

Көлденең әсер ететін теңгеру қондырғысының қозғалтқышының пәрменділігін, электронды пішімнің негізіне сүйеніп, аналогті есептеуіш мәшиненің көмегімен зерттейміз. Ол үшін жүріс жүйесінің теңдеуін қолданамыз және тұрақты коэффициенттерді анықтаймыз.

Жүріс жүйесінің теңдеуін жазатын болсақ $0,2 \cdot 10^{-5} h'' + 0,13 \cdot 10^{-3} h' + 1 \cdot 10^{-2} h + 0,54 \cdot 10^{-3} h = K_Q \varepsilon$. (1)

Теңдеуді мәшинелі түріне келтіреміз [2].

Мәшинелі айнымалы түрі және берілісті қарым-қатынастары төмендегідей болып жазылады

$$U_h = M_h \cdot h; h' = M_t \cdot M_h^{-1} \cdot \dot{U}_h; M_h = 100 \cdot h_{\max}^{-1},$$

$$\tau_i = \dot{I}_t \cdot t; \ddot{h} = M_t^2 \cdot M_h^{-1} \cdot \ddot{U}_h; \ddot{h} = M_t^3 \cdot M_h^{-1} \cdot \ddot{U}_h,$$

қайда h – бастапқы айнымалы, м; M_h – масштабты коэффициент, В/м; t – нақты уақыт, с; τ_i – мәшинелі уақыт, с; M_t – уақыттың масштабты коэффициенті; 100 мәшинелік бірлік, В; $h_{\max}$ – бастапқы айнымалының ең үлкен абсолютті мағынасы.

Жүргізетін гидроцилиндрдің сояуышының орын ауыстыруының ең үлкен мағынасын $h_{\max} = 0,5i$ деп қабылдасақ, анықтайтынымыз $M_h = 200\hat{A}/i$, $\dot{I}_t = 10$. Мәшинелік жүріс теңдеуі кіретін жүйеге мәшинелі айнымалының ең үлкен мағынасын $U_{\max}$ бергенде былай болып жазылады

$$\ddot{U}_h = -6,5\ddot{U}_h - 50\dot{U}_h - 0,27U_h - U_{\max}. \quad (2)$$

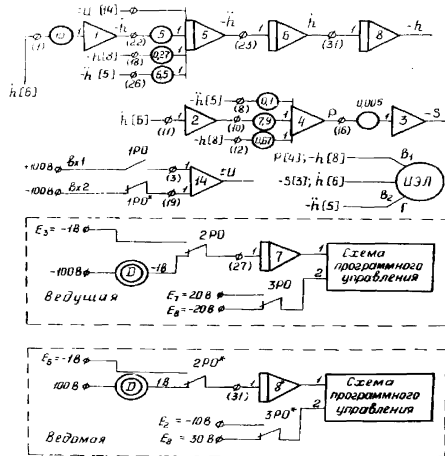
Мәшинелік қысым теңдеуі жүйеде теңдеулердің негізінде жазатынымыз

$$U_p = 0,1\ddot{U}_h + 7,9\dot{U}_h + 0,67U_h. \quad (3)$$

Теңгеру қондырғысында пәрменділікті зерттеу үшін, МН-7М аналогты есептеуіш мәшинесін қолда-

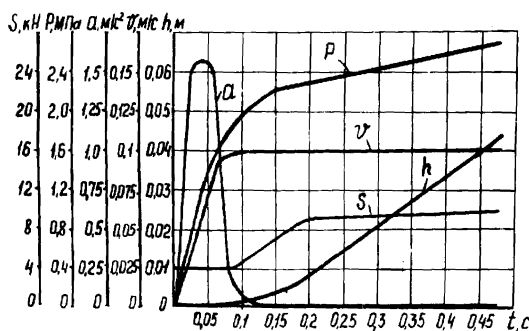
нып жұмыс істегендегісі 1-суретте коммутациялық сұлба ретінде көрсетілген.

Коммутациялық сұлба көптеген зерттеулердің жазылымдарының негізінде құрылған, мұнда бағдарламалы әлпілі жұмыста екі есептеуіш мәшинесінің параллель қосылған кезі көрсетілген. Бұл берілген сұлба көлденең әсер ететін теңгеру қондырғысындағы, кіру белгісінің секірмелі өзгеруін толық қамтамасыз етіп шығарады.



1-сурет. Теңгеру қондырғысының жұмыс істегендегі пәрменділігін зерттеу үшін коммутациялық сұлба

Өтепелі орын ауыстыру сипаттамасының керегенінің сояуышы — h , жылдамдығы — v , үдеуі — a , қысымы — p және күштеуі — s барлығы 2-суретте көрсетілген. Осы кездегі қысым бойынша масштаб $M_p = 9\text{А}/\text{І} \text{І} \text{а}$ және күштеу бойынша масштаб $M_s = 1,8 \cdot 10^{-2} \text{А}/\text{еІ}$ болып қабылданған. Өтепелі сипаттамадан көргеніміздей, теңгеру қондырғысының қозғалтқышы, жоғарыда берілген өлшемдердің мағыналарымен бірінші қатарлы аperiodикалық буын болып қарастырылады.



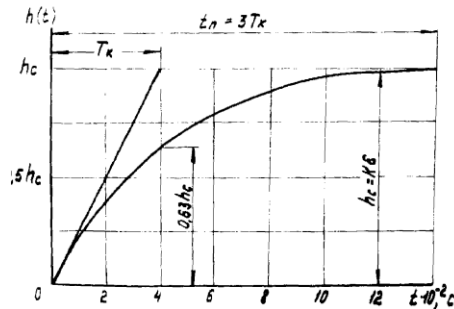
2-сурет. Өтепелі орын ауыстыру сипаттамасының керегені: сояуыш — h , жылдамдық — v , үдеу — a , қысым — p және күштеу — s

Теңгеру қондырғысының гидроқозғалтқышының сояуышының өтепелі орын ауыстыру сипаттамасы 3-суретте жеке көрсетілген. Бұл қисық математикалық түрде былай жазылады [3]

$$h = h_c \left(1 - e^{-\frac{t}{T_k}} \right), \quad (4)$$

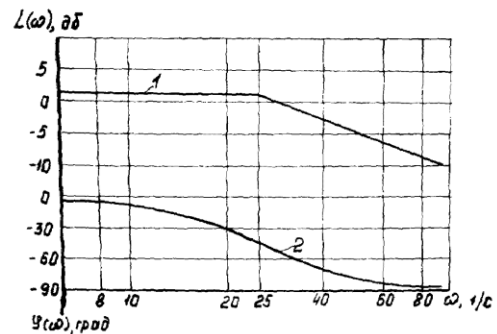
қайда h_c — шығатын шаманың орнықтырылған мағынасы, м; T_k — теңгеру қондырғысының қозғалтқышының уақытының тұрақтылығы, с.

Уақыт тұрақтылығы T_k өтепелі сипаттамалы керегенде орнықтырылған мағына сызығы $h = h_c$ -тің жанама проекциясы шамасында анықталады, сонымен қатар қисықтың күллі нүктелерінде ол бірдей. Өтепелі сипаттамалы керегеннен анықтайтынымыз $T_k = 0,04$ с. Теңгеру қондырғысының өтепелі ұзақтылық үдерісі $t = 0,12$ с құрайды.



3-сурет. Теңгеру қондырғысының гидроқозғалтқышының сояуышының орын ауыстыру өтепелі сипаттамасы

Күштеу коэффициенті немесе берілетін сан статикалық сипаттамадан анықталады (4-сурет)



4-сурет. Теңгеру қондырғысының жиілік сипаттамалары

$$K = \frac{h}{\varepsilon} = 1,16. \quad (5)$$

Жазылым амплитудалық жиілік сипаттамасы үшін $A \omega$ төмендегі формуладан анықталады

$$A \omega = \frac{1,16}{\sqrt{1 + 16 \cdot 10^{-2} \omega^2}}, \quad (6)$$

қайда ω — жиілік, с.

Теңгеру қондырғысының қозғалтқышында фазалық жиілік сипаттамасы былай анықталады

$$\phi \omega = -\arctg 0,04 \omega. \quad (7)$$

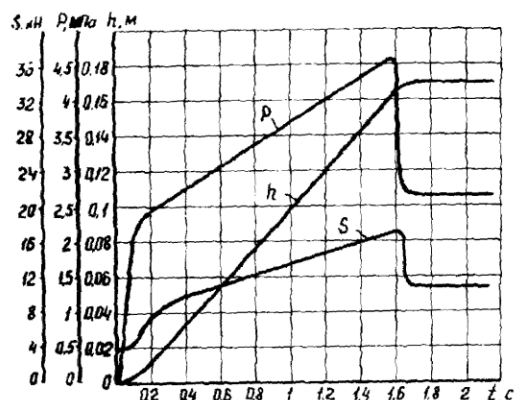
Теңгеру қондырғысының логарифмдік амплитудалық жиілік сипаттамасы жазылымын есепке ала мынадай қылып анықтаймыз

$$L \omega = 20 \lg 1,16 - 20 \lg 16 \cdot 10^{-2} \sqrt{\omega^2 + 6,25}. \quad (8)$$

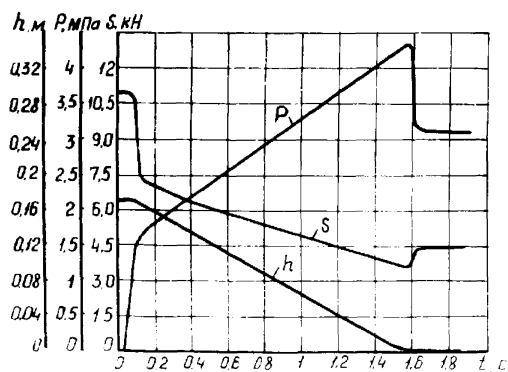
Келесі суретте теңгеру қондырғысының логарифмдік жиілік сипаттамасы (1-ші қисық) және фазалық жиілік сипаттамасы (2-ші қисық) көрсетілген.

Мұндай жүйе тұрақты болуы үшін Гурвица тұрақтылық критерийін қолданамыз [3]. Жүйенің үшінші қатарлы тұрақтылығы үшін мынадай жағдайлар болуы керек

$$A_1 > 0, A_2 > 0, A_3 > 0, A_4 > 0, A_2 \cdot A_3 > A_1 \cdot A_4. \quad (9)$$



5-сурет. Тартылым бәсеңсеген кездегі (тік жүрісте) орын ауыстырудың — h , күштеудің — S , қысымның — P өзгеру тәуелділіктері

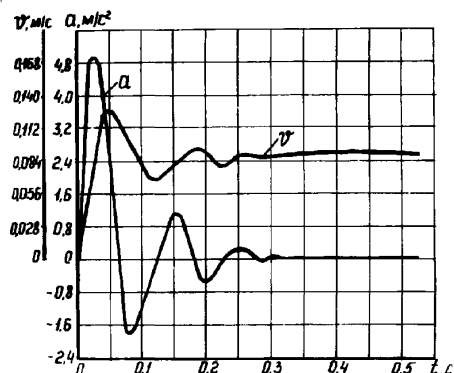


6-сурет. Тізбектегі қатты тартылым кезіндегі (кері жүріс): орын ауыстырудың — h , күштеудің — S , қысымның — P өзгеру тәуелділіктері

Егер коэффициенттерді мағыналарына қойсақ, онда

$$0,13 \cdot 10^{-5} > 0,108 \cdot 10^{-8}. \quad (10)$$

Сонымен айтарымыз қарастырылған жүйе тұрақты.



7-сурет. Тербеліс әлпісінің үдерісті өтпелі керегені

Келесі төменде орналасқан суреттерде қысымның — P , күштеудің — S , орын ауыстырудың — h

жүргізетін гидроцилиндрге байланысты өзгеру тәуелділіктері және гидроцилиндрдің сояуышының кері жүріс кезіндегі тоқтаулары көрсетілген, бұлар пішімдеудің аркасында осындай қорытындыларға ие болды.

Керегендерді талдау көрсеткендей, теңгеру қондырғысы жұмыс істегенде, пәрменділік импульс кіретін белгінің бірдегеннен өзгеруінен туындайды. Егер қондырғы қозғалқыш тоқтайтын болса күштеу S тартылым органындағы 1,3...1,5 есе азайуы тиіс, ал қысым шамасы — 1,5...1,71 есе. Осы кездегі орын ауыстырудың h секірмелі түрдегі өзгеруі біздің зерттеулерімізде байқалмады.

Шығын бойынша күштеу коэффициентін K_Q және тартып-тасымалдайтын органның қаттылық коэффициентін арттырғанда, $C_{3K} = 1,5...1,8$ рет, қысым бойынша күштеу коэффициенті $K_P = 9...10$ рет және де гидроцилиндрдің диаметрін кішірейткенде 3...5 рет әрі коэффициент $\eta = 30...50$ рет аталмыш жүйе тербеліс әлпісінен өтеді.

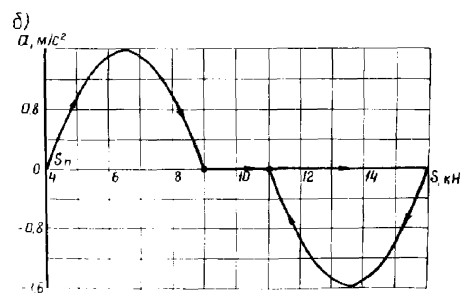
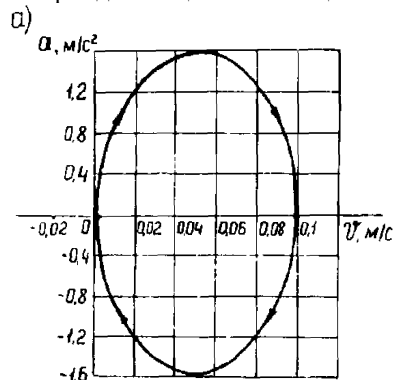
7-суретте тербеліс әлпісінің үдерісті керегені көрсетілген, бұл зерттеулер негізі пішімдеудегі кезінде табылған, мұндағы бастапқы берілістер мағыналары мынадай:

$$K_Q = 7,5 \cdot 10^{-2} / \text{m}; \hat{E}_\delta = 5,3 \cdot 10^{10} \text{ J / m}^3;$$

$$\tilde{N}_{3e} = 4 \cdot 10^3 \text{ J / m}; \hat{E}_n = 3,8 \cdot 10^{-2} \text{ J / m}^3;$$

$$\eta = 0,6 \cdot 10^3 \text{ J} \cdot \text{m} / \text{m}; m = 400 \text{ kg}; D_\delta = 1,7 \cdot 10^{-2} \text{ m}.$$

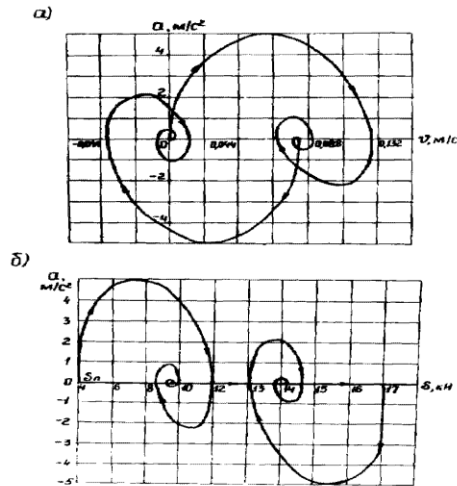
Теңгеру қондырғысы жұмыс істегендегі пәрменділікті пішімінің қорытындысында, жүйенің фазалық траекториясы алынды. 8-суретте жылдамдық — v және күштеу — S фазалық траекториясы көрсетілген, гидроқозғалқыштың жұмыс әлпісінің негізінде удеу шамасынан аperiодикалық болып шықты.



8-сурет. Аperiодикалық әлпіде фазалық траектория: а) жылдамдықта және үдеуде; б) күштеуде және үдеуде

Салыстыру үшін 9-суретте көрсетілген өлшемдер-

дің фазалық траекториясы келтірілген, яғни жүйе өтпелі әлпіде тербелісті үдеріс жасайды.



9-сурет. Тербелісті әлпіде фазалық траектория: а) жылдамдықта және үдеуде; б) күштеуде және үдеуде

Өтпелі үдерістер кергені (7-суретті қара) және фазалық траекториядағы (9-суретті қара) негізінде теңгеру қондырғысының тербелісті әлпісінде, тербелісті жүйенің өшу кезеңін T_k' , тербеліс жиілігін t , жартылай тербеліс санын N , реттелетін шаманың реттелуін σ_s , өтпелі үдерістің ұзақтығын t_{nn} анықтаймыз. Көрсетілген өлшемдердің сандық мағыналары мыналарға тең болды:

$$T_k' = 0,11 \text{ с}, t = 9 \text{ } \ddot{\text{A}}\ddot{\text{o}}, N = 3, \sigma_s = 26\%, t_{nn} = 0,22 \text{ с}.$$

Сонымен, теңгеру қондырғысының негізгі жұмыс әлпісі, аperiodикалық әлпі деп санауға болады. Гидроқозғалтқыштың элементтерін дұрыс таңдамаған кезде, жүйе өтпелі әлпіде тербелісті үдеріс жасайды. Науаның тартып-тасымалдайтын органы теңгеру қондырғысымен жұмыс жасағанда, пәрменділік күштемені азайту үшін гидроқозғалтқышты жүйенің басқаруына байқаушы жапқыш енгізген дұрыс.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Данияров А.Н., Акашев З.Т., Тазабеков И.И. Определение параметров компенсирующего устройства пластинчатых конвейеров // Изв. Вузов. Горный журнал. 1983. № 4. С. 66-70.
2. Коган Б.Я. Электронные моделирующие устройства и их применение для исследования систем автоматического регулирования. М.: Физматгиз, 1963. 510 с.
3. Иванов А.А. Теория автоматического управления и регулирования. М.: Недра, 1970. 352 с.

УДК 622:647:621.851.6

Ж.М. КУАНЫШБАЕВ

Определение деформированного микрообъема элементов в узлах загрузки транспортных машин

Рассмотрим схему погрузки, которая описывается уравнением (теоретическое предположение):

$$mgH = mg_{\Delta} l f_{\tilde{n}\tilde{e}}, \quad (1)$$

где m — масса единичного куска груза, кг;

H — высота погрузки, м;

Δl — величина проскальзывания единичного куска по поверхности лопасти барабанного питателя, м;

$f_{\tilde{n}\tilde{e}}$ — коэффициент трения скольжения единичного груза по поверхности лопасти.

Из выражения (1) определяем величину проскальзывания:

$$\Delta l = \frac{mgH}{mg f_{\tilde{n}\tilde{e}}} = \frac{H}{f_{\tilde{n}\tilde{e}}}, \text{ м.}$$

Но, с другой стороны, при погрузке на полотно пластинчатого конвейера возникает динамическая нагрузка, которая воздействует и на сам единичный груз, полотно конвейера, тяговый орган и способствует проскальзыванию груза относительно полотна конвейера:

$$P_{\tilde{a}\tilde{e}\tilde{i}} = P_{\Delta} l f_{\tilde{n}\tilde{e}} \text{ или } P_{\tilde{a}\tilde{e}\tilde{i}} = mg_{\Delta} l f_{\tilde{n}\tilde{e}},$$

отсюда

$$\Delta l = \frac{P_{\tilde{a}\tilde{e}\tilde{i}}}{P f_{\tilde{n}\tilde{e}}}, \text{ или } \Delta l = \frac{P_{\tilde{a}\tilde{e}\tilde{i}}}{mg f_{\tilde{n}\tilde{e}}} \text{ м,} \quad (2)$$

где $P_{\tilde{a}\tilde{e}\tilde{i}}$ — динамическая нагрузка, возникающая при погрузке крупнокусового единичного груза, кг.

При погрузке происходит проскальзывание единичного куска груза, которое сопровождается микро-резанием поверхности лопасти барабанного питателя. На поверхности лопасти остается след, представляющий собой деформированный микрообъем. Микро-резание происходит в пределах величины проскальзывания. Задача заключается в том, чтобы установить величину объемного износа лопасти барабанного питателя, а также физику процесса абразивного износа в зависимости от динамической нагрузки падающего груза и погрузки абразивной горной массы на вращающийся барабанный питатель.

Допущения при решении поставленной задачи. Объемный износ представляет собой фиксированный микрообъем, его можно определить по формуле объемного интеграла. При погрузке единичного груза на плоскую подвижную линейную или роликовую пластину конвейера возникает динамическая нагрузка, которая через пластину передается тяговому органу. Ее величина определяется по эмпирической формуле в зависимости от основных эксплуатационных факторов. Но в случае погрузки на предлагаемое загрузоч-

ное устройство динамическая нагрузка уменьшается в 1,8–2,2 раза [1], тем самым происходит уменьшение износа лопасти барабанного питателя на указанную величину и увеличение его срока службы. Далее, рассматривая погрузку единичного крупнокускового груза на плоскую поверхность и вращающийся барабанный питатель, обнаруживаем такую закономерность, что при погрузке на вращающийся барабанный питатель динамическая нагрузка (как вектор по направлению действия массы единичного груза) складывается на нормальную и касательную составляющие. Микрорезание поверхности лопасти барабанного питателя происходит под действием синусной составляющей, т.е. это вызывает уменьшение износа на величину произведения веса единичного груза на синус угла. Отметим, что угол, принимаемый далее в расчетах, это угол между направлением действия вектора силы тяжести единичного куска и криволинейной поверхностью лопасти питателя в точке их касания. Таким образом, из вышеприведенного следует, что при погрузке единичного крупнокускового груза происходит его проскальзывание относительно лопасти барабанного питателя, что вызывает объемное микрорезание его поверхности и далее абразивный износ. Вместе с тем покажем, что использование загрузочно-го устройства барабанного вращающегося типа на пневмошинах уменьшает величину динамической нагрузки за счет амортизации в 1,8–2,2 раза, а погрузка единичного куска на вращающуюся лопасть питателя дополнительно уменьшает динамическую нагрузку на величину произведения последней на синус угла между вектором направления силы тяжести единичного куска и криволинейной поверхностью лопасти питателя в точке их касания.

Преобразуем выражение (2), принимая в расчетах коэффициент трения скольжения единичного груза по поверхности лопасти равным $f_{не} = 0,3$. Тогда это выражение принимает следующий вид:

$$\Delta l = 3,3 \left(\frac{P_{\text{дей}}}{P} \right), \text{ м},$$

где $P_{\text{дей}}$ — динамическая нагрузка, возникающая при погрузке крупнокускового единичного груза в момент касания его с лопастью питателя, Н;
 P — сила тяжести единичного груза, Н.

Деформированный микрообъем на поверхности лопасти барабанного питателя принимает объемную форму (см. рис) по длине проскальзывания единичного груза, тогда [2]:

$$V = \iiint dydzdx = \int_0^{\rho} dy \int_0^h dz \int_0^c dx, \quad (3)$$

где ρ — радиус режущей кромки единичного куска, мм;
 h — глубина внедрения режущей кромки единичного куска в поверхность лопасти питателя, мм;
 c — величина проскальзывания единичного куска относительно лопасти барабанного питателя, мм.

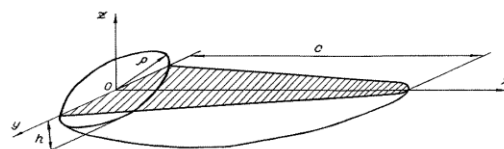
Глубину внедрения режущей кромки единичного куска в поверхность лопасти барабанного питателя определяем по формуле

$$h = \frac{\rho \sigma}{2HB_{\text{ейн}}}, \quad (4)$$

где ρ — объемный радиус режущей кромки единичного куска, мм;

σ — механическая прочность абразивной частицы на разрушение, МПа;

$HB_{\text{ейн}}$ — поверхностная твердость материала барабанного питателя, МПа;



Определение деформированного микрообъема

Величина проскальзывания единичного куска абразива (горной массы) относительно поверхности лопасти барабанного питателя:

$$\Delta l = \Delta v \times T_{\delta} = \frac{P_{\text{дей}} \times T_{\delta} \times \mu}{m}. \quad (5)$$

Время разрушения абразивной частицы (притупление режущей кромки в результате динамического взаимодействия с поверхностью барабанного питателя):

$$T_{\delta} = \frac{\sigma}{2HB_{\text{ейн}}} \sqrt{\frac{\rho}{2R}}. \quad (6)$$

Подставляя значение времени разрушения в формулу (5), получим:

$$\Delta l = \frac{P_{\text{дей}} \sigma^2 \mu}{4HB_{\text{ейн}}^2 \omega^2 m} \left(\frac{\rho}{2R} \right), \quad (7)$$

где m — масса единичного куска (горной массы), кг.

Деформированный объем на поверхности лопасти барабанного питателя принимает объемную форму по длине проскальзывания единичного груза, тогда

$$V = \iiint dydzdx = \int_0^{\rho} dy \int_0^h dz \int_0^{\Delta l} dx, \quad (8)$$

где ρ — радиус режущей кромки единичного куска, мм;

h — глубина внедрения режущей кромки единичного куска в поверхность лопасти питателя, мм;

Δl — величина проскальзывания единичного куска относительно лопасти барабанного питателя, мм.

От объемного износа перейдем к линейному (поверхностному), тогда получим

$$\Delta L = \frac{V}{A} = \frac{P_{\text{дей}} \sigma^3 \rho^3}{48HB_{\text{ейн}}^3 \omega mgA} \sqrt{\frac{1}{2R \cdot \rho}}, \text{ мм}, \quad (9)$$

где A — поверхность режущей кромки или поверхность деформированного микрообъема, мм²;

R — радиус делительной окружности барабанного питателя, мм;

ω — угловая скорость вращения барабанного питателя, 1/с.

Время разрушения абразивной частицы

$$T_d = \frac{\sigma \rho}{2HB_{\text{ср}} \omega} \sqrt{\frac{1}{2R \cdot \rho}}.$$

Переходя к интенсивности износа, получим

$$\Delta U_{\text{ср}} = \frac{3,6 \cdot 10^9 (2q_0 + q) \omega_0 \cdot v \cdot L \cdot \sigma^2 \rho^2}{24HB_{\text{ср}}^2 mgA}, \text{ мк/ч, (10)}$$

где $\Delta U_{\text{ср}}$ — интенсивность износа поверхности питателя, мк/ч.

Как указывалось ранее, для транспортирования

крупнокусковой горной массы целесообразно применение пластинчатых конвейеров. Одним из «узких мест» является загрузочная секция. Интенсивность износа определяется по формуле (10) и позволит определить срок службы элементов загрузочной секции пластинчатого конвейера.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Оразов К.О. Противоударные защитные устройства цепных конвейеров. Алматы: Акыл кітабы, 1997. 204 с.
2. Куанышбаев Ж.М. Прогнозирование сроков службы элементов пластинчатого конвейера // Изв. вузов. Горный журнал. № 8. 1989. 3 с.

УДК 621.313

К.К. ЖУМАГУЛОВ

Расчет внешнего магнитного поля искажения, обусловленного сердечником модели электрической машины

В работе [1] предложена модель электрической машины для расчета ее внешнего электрического магнитного поля. Модель состоит из токовых слоев, моделирующих составляющие напряженности на поверхности сердечника электрической машины, и сердечника модели. Внешнее магнитное поле электрической машины рассматривается как совокупность поля токовых слоев модели и поля искажения, обусловленного сердечником модели, методика расчета которого рассматривается.

При расчете магнитного поля искажения сердечника модели электрической машины будем исходить из положений метода вторичных источников [3]. Согласно этому методу для расчета магнитного поля ферромагнитного сердечника с постоянной магнитной проницаемостью на его поверхность наносятся вторичные источники в виде простого слоя магнитных зарядов, моделирующих воздействие ферромагнитного сердечника на магнитное поле токов.

Принимая во внимание структуру предложенной модели электрической машины для расчета внешнего магнитного поля, гармонический характер распределения токовых слоев и их разбиения на колечки [2], логичным является вывод о том, что характер распределения плотности магнитных зарядов и изменение магнитной напряженности по угловой координате должны соответствовать гармоническому закону распределения плотности поверхностного токового слоя модели электрической машины:

$$\sigma = \sigma_m \sin \nu \theta, \quad (1)$$

$$h_n^r = H_n^r \sin \nu \theta. \quad (2)$$

С учетом (1) и (2) интегральное уравнение вторичных источников [3] можно записать в следующем виде:

$$0,5 \sigma_i P \sin \nu \theta_Q - \iint_{L \theta_i} \frac{\sigma_m L R_L \sin \nu \theta_M}{4\pi \rho^2}, \quad (3)$$

$$\overline{\rho^0} \overline{n^0} d\theta dl = \mu_0 H_n^r P \sin \nu \theta_Q, \quad (4)$$

где $\sigma_m(\theta) \sin \nu \theta_Q = \sigma Q$ — плотность магнитных зарядов в рассматриваемой точке Q , выраженная через амплитуду плотности магнитных зарядов элементарного колечка P ;

$\sigma_m L \sin \nu \theta_M = \sigma M$ — плотность магнитных зарядов в переменной точке интегрирования поверхности M , выраженная через амплитуду плотности магнитных зарядов колечек L ;

$H_n^r P \sin \nu \theta_Q = h_n^r Q$ — нормальная составляющая напряженности в т. Q , созданная токовыми слоями и выраженная через амплитудное значение напряженности на поверхности колечка P ;

$$\rho = \sqrt{Z_P - Z_L^2 + R_P^2 + R_L^2 - 2R_P R_L \cos \theta_Q - \theta_M}; \quad (5)$$

θ_Q, θ_M — угловые координаты точек Q и M соответственно на колечках P и L ;

R_P, R_L — радиусы колечек; Z_P, Z_L — их координаты по Z .

Поскольку магнитные заряды по угловой координате изменяются по гармоническому закону, то распределение магнитных зарядов по поверхности сердечника однозначно определяется их амплитудными значениями. Интегральное уравнение для определения последних получим из (3), принимая во внимание, что амплитудные значения гармонических магнитных зарядов имеют место при $\theta_Q = \frac{\pi}{2\nu}$:

$$0,5\sigma_M P - \int_{L\theta}^{\sigma_M} \frac{L R_L \sin \nu \theta}{4\pi\rho^2} \rho^0 n^0 d\theta dl = \mu_0 H_n^\tau P. \quad (6)$$

При записи (6) индекс M опускаем.

Внутренний интеграл второго члена левой части уравнения (6), определенный по θ в пределах от $0-2\pi$, является функцией линейных координат. Обозначим его через $\beta' l$, тогда

$$\beta' l = \int_0^{2\pi} \frac{R_L \sin \nu \theta}{4\pi\rho^2} \rho^0 n^0 d\theta. \quad (7)$$

В общем виде он может быть определен численным методом, для дискретных же значений ν — аналитически.

Принимая во внимание (7), запишем уравнение (6) в следующем виде:

$$0,5\sigma_M P - \int_L \sigma_M L \beta' L dL = \mu_0 H_n^\tau P. \quad (8)$$

Полученное интегральное уравнение (8), имеет ряд принципиальных отличий, которые заключаются в следующем:

Интегрирование ведется относительно амплитуд гармонически распределенных по поверхности сердечника зарядов.

Интегрирование по площади заменяется интегрированием по линейной координате L , что на два порядка снижает размерность системы алгебраических уравнений, к которой приводится интегральное уравнение при его численном решении.

Для устойчивого однозначного решения интегрального уравнения не требуется добавочного интегрального условия

$$\int_S \delta dS = 0, \quad (9)$$

т.к. оно в силу гармонического закона распределения магнитных зарядов всегда выполняется, что упрощает решение задачи в целом.

Аналитическое решение интегрального уравнения сопряжено со значительными трудностями. Достаточно простым и универсальным является численный метод с использованием ЭВМ. Для численного решения интегрального уравнения путем сведения его к системе линейных алгебраических уравнений поверхность сердечника разделим на K элементарных колечек шириной ΔL с гармонически распределенными по ним магнитными зарядами, а интеграл заменим суммой:

$$\left. \begin{aligned} 0,5\sigma_{m1} - \sum_{j=1}^k \sigma_{mj} \beta_{1j} &= \mu_0 H_{n1}^\tau, \\ 0,5\sigma_{mi} - \sum_{j=1}^k \sigma_{mj} \beta_{ij} &= \mu_0 H_{ni}^\tau, \\ 0,5\sigma_{mk} - \sum_{j=1}^k \sigma_{mj} \beta_{kj} &= \mu_0 H_{nk}^\tau, \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

где

$$\beta_{ij} = \beta_{ij} \Delta L_j; \quad (11)$$

$$\begin{vmatrix} \beta_{11} & \beta_{1j} & \beta_{1k} \\ \beta_{i1} & \beta_{ij} & \beta_{ik} \\ \beta_{k1} & \beta_{kj} & \beta_{kk} \end{vmatrix} \begin{vmatrix} \sigma_{m1} \\ \sigma_{mi} \\ \sigma_{mk} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} B_{n1}^\tau \\ B_{ni}^\tau \\ B_{nk}^\tau \end{vmatrix} \quad (12)$$

И, наконец, в свернутом виде

$$\beta \sigma_m = [B_n^\tau], \quad (13)$$

где $[B_n^\tau]$ — матрица нормальных и поверхностных

колечек составляющих магнитной индукции, обусловленной всеми токовыми слоями;

β — матрица коэффициентов системы алгебраических уравнений;

σ_m — матрица искоемых амплитуд магнитных зарядов.

Элементы матрицы β при $i \neq j$

$$\beta_{ij} = \beta'_{ij} \Delta L_j; \quad (14)$$

при $i=j$

$$\beta_{ij} = 0,5 - \beta'_{ij} \Delta L_j. \quad (15)$$

После определения матрицы коэффициентов β производится решение системы алгебраических уравнений (12) на ЭВМ по стандартной программе относительно искоемых амплитудных значений магнитных зарядов колечек.

Напряженность магнитного поля искажения сердечника расчетной модели электрической машины в произвольной точке N определяется суммированием напряженностей магнитных полей отдельных колечек.

Расчет трехмерного поля, создаваемого эквивалентной реальной машине моделью, проводится методом суперпозиций полей, создаваемых всеми колечками, на которые разбиваются поверхности модели, несущие на себе гармонические токовые слои и магнитные заряды. Расчет поля токовых слоев проводится по выражениям, приведенным в 2. Расчет поля магнитных зарядов — по формулам приведенной выше методики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жумагулов К.К. Универсальная модель электрической машины для расчета внешнего магнитного поля // Сб. тр. Второй науч.-техн. конф. «Энергетика, телекоммуникации и высшее образование в современных условиях». Алматы, 2000.
2. Жумагулов К.К. Расчет внешнего магнитного поля токовых слоев модели электрической машины // Там же.
3. Тозони О.В. Метод вторичных источников в энергетике. М.: Энергия, 1975.

Новые алгоритмы адаптивной настройки, основанные на методе общего параметра

Суть метода общего параметра (МОП) изложена в работе [1]. Пусть имеется объект управления, который можно представить выражением вида

$$\delta[k] = \alpha^{\circ} \cdot u[k], \quad (1)$$

где $x[k]$ — выходное значение объекта на k -м шаге;
 $\alpha^T = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n)$ — вектор неизвестных параметров;
 $u[k] = (u_1[k], u_2[k], \dots, u_n[k])$ — вектор входных переменных;
 T — индекс транспонирования матрицы.
 Модель объекта (1) можно представить в виде

$$\hat{x}[k] = \hat{\alpha}^{\circ} [k-1] \cdot u[k], \quad (2)$$

где $\hat{x}[k]$ — выходное значение модели на k -м шаге;

$\hat{\alpha}^{\circ} [k] = (\hat{\alpha}_1[k], \hat{\alpha}_2[k], \dots, \hat{\alpha}_n[k])$ — вектор оценок параметров на k -м шаге.

Многие известные алгоритмы оценки параметров можно выразить как

$$\hat{\alpha}[k] = \hat{\alpha}[k-1] - \left(\hat{x}[k] - x[k] \right) \tilde{A} u[k]. \quad (3)$$

Известно, что конкретный вид алгоритма (3) определяется конструкцией матрицы $\tilde{A}$. Если матрица $\tilde{A} = \text{diag}(\gamma_{11}, \gamma_{22}, \dots, \gamma_{nn})$, то алгоритм (3) перестройки параметров модели является простейшим одношаговым алгоритмом, хорошо изученным в работе [2].

Допуская возможность представления оценок α для каждого шага итерации соответственно выражением

$$\hat{\alpha}_i[k] = \hat{\alpha}_{io} + b_i[k], \quad \hat{\alpha}_i[k] = \hat{\alpha}_{io} \cdot b_i[k], \quad i = \overline{1, N}, \quad (4)$$

из (3) можно получить соответственно алгоритмы с аддитивной параметрической настройкой (АПН) и мультипликативной параметрической настройкой (МПН).

Тогда модель (3) представляется выражением

$$\hat{x}[k] = \left(\hat{\alpha}_i^{\circ} + b^{\circ}[k-1] \right) u[k], \quad (5)$$

$$\hat{x}[k] = b^{\circ}[k-1] \cdot I \cdot \hat{\alpha}_o^{\circ} u[k], \quad (6)$$

где $b^{\circ}[k] = (b_1[k], \dots, b_n[k])$ — соответственно вектор аддитивных для (5) и мультипликативных для (6) параметрических составляющих;

$\hat{\alpha}_o^{\circ} = (\hat{\alpha}_{10}, \dots, \hat{\alpha}_{n0})$ — вектор начальных значений оценок параметров;

$I \cdot \hat{\alpha}_o^{\circ} = \text{diag}(\hat{\alpha}_{10}, \dots, \hat{\alpha}_{n0})$ — матрица, диагональными элементами которой являются элементы

вектора $\hat{\alpha}_o^{\circ}$.

Предположим теперь, что

$$\hat{x}[k] = \left(\hat{\alpha}_o^{\circ} + \beta_1[k] \cdot e^{\circ} \right) u[k], \quad (7)$$

$$\hat{x}[k] = \beta_2[k-1] \cdot \hat{\alpha}_o^{\circ} u[k], \quad (8)$$

где $e^{\circ} = (e_1, \dots, e_n)$ — мерный вектор, элементами которого являются элементы;

$\beta_1[k], \beta_2[k]$ — скалярные общие параметры.

При представлении моделей в виде (7), (8) векторы оценок параметров записываются следующим образом:

$$\hat{\alpha}[k] = \hat{\alpha}_o^{\circ} + \beta_1[k] \cdot e, \quad (9)$$

$$\hat{\alpha}[k] = \beta_2[k] \cdot \hat{\alpha}_o^{\circ}. \quad (10)$$

Алгоритмы перестройки общих параметров для АПН и МПН соответственно имеют вид:

$$\beta_1[k] = \beta_1[k-1] - \gamma_1 \left(\hat{x}[k] - x[k] \right) \cdot e^{\circ} u[k], \quad (11)$$

$$\beta_2[k] = \beta_2[k-1] - \gamma_2 \left(\hat{x}[k] - x[k] \right) \cdot \hat{\alpha}_i^{\circ} u[k], \quad (12)$$

где γ_1, γ_2 — параметры рекуррентных (итеративных) алгоритмов.

Реализация такой процедуры оценки с применением моделей (7), (8) называется методом общего параметра, а параметры $\beta_1[k], \beta_2[k]$ — общими параметрами.

Новые алгоритмы идентификации, основанные на МОП. По схеме оценки МОП решается задача однопараметрической оптимизации, и на каждом k -м шаге по результатам эксперимента перестраивается один общий параметр вместо N параметров, как это делается обычно. Кроме того, скорость сходимости МОП выше скорости сходимости процесса индивидуальной настройки всех параметров модели.

Вместе с тем по точности оценки МОП несколько уступает многим известным алгоритмам идентификации. Поэтому при решении вопроса о применении МОП следует обратить внимание на достаточность получаемой точности оценки. Если полученная средняя ошибка идентификации превышает допустимую, целесообразно перейти к известным комбинированным методам оценки параметров [1], которые обеспечивают высокую скорость сходимости при приемлемой точности оценки. Это достигается за счет параллельного или последовательного использования двух алгоритмов — МОП и индивидуальной настройки всех параметров модели.

Однако эффективность любого алгоритма идентификации зависит от условия решаемой задачи — в одних условиях первостепенное значение имеет точность оценки, в других — скорость сходимости или количество вычислительных операций и т.д. И нет такого алгоритма, который бы отвечал всем требованиям одновременно. Поэтому имеет смысл синтез специальных алгоритмов, отвечающих на отдельные требования, на основе известных. Ниже приводятся некоторые из таких алгоритмов, основанные на МОП

и отличающиеся своеобразными качествами, необходимыми для адаптивной настройки математических моделей объекта управления.

Перестройка общего параметра с учетом предыстории процесса. Перестройку общих параметров можно проводить соответственно для АПН и МПН согласно алгоритмам

$$\beta_1[k] = \beta_1[k-1] - \gamma_1 q_1 \sum_{i=0}^k (1-q_1)^i \times \left(\hat{x}[k-i] - x[k-i] \right) \cdot e^{\circ} u[k-i], \quad (13)$$

$$\beta_2[k] = \beta_2[k-1] - \gamma_2 q_2 \sum_{i=0}^k (1-q_2)^i \times \left(\hat{x}[k-i] - x[k-i] \right) \cdot \hat{\alpha}_i^{\circ} u[k-i], \quad (14)$$

где

$$\rho_1[k] = q_1 \sum_{i=0}^k (1-q_1)^i \left(\hat{x}[k-i] - x[k-i] \right) \cdot e^{\circ} u[k-i], \quad (15)$$

$$\rho_2[k] = q_2 \sum_{i=0}^k (1-q_2)^i \left(\hat{x}[k-i] - x[k-i] \right) \cdot \hat{\alpha}_i^{\circ} u[k-i], \quad (16)$$

— экспоненциальные средние, $q_1, q_2 \in]0, 1[$ — параметры сглаживания (по аналогии 3,4).

Так как $0 < q_1, q_2 < 1$, то при $k \rightarrow \infty$ суммы $q_1 \sum_{i=0}^k (1-q_1)^i, q_2 \sum_{i=0}^k (1-q_2)^i \rightarrow 1$.

Из формул (13), (14) видно, что в определении общих параметров участвуют результаты всех предыдущих экспериментов, причем наибольший вес имеет последнее наблюдение, а для более старых наблюдений имеет место геометрическое убывание весов.

Параметр q (для общности индекс опущен), определяющий вес каждого члена временного ряда, играет роль регулятора колебаний. С уменьшением q дисперсия экспоненциальной средней сокращается, и система становится инерционной. При $q \rightarrow 1$ алгоритмы (13), (14) превращаются, соответственно, в алгоритмы (11), (12).

Из (15), (16) экспоненциальные средние $\rho_1[k], \rho_2[k]$ можно представить, соответственно, в следующем виде:

$$\rho_1[k] = (1-q_1)\rho_1[k-1] + q_1 \left(\hat{x}[k] - x[k] \right) \cdot e^{\circ} u[k], \quad (17)$$

$$\rho_2[k] = (1-q_2)\rho_2[k-1] + q_2 \left(\hat{x}[k] - x[k] \right) \cdot \hat{\alpha}_i^{\circ} u[k]. \quad (18)$$

Тогда алгоритмы перестройки общих параметров (13), (14) соответственно, примут вид:

$$\beta_1[k] = \beta_1[k-1] - \gamma_1 \left\{ (1-q_1)\rho_1[k-1] + q_1 \left(\hat{x}[k] - x[k] \right) \cdot e^{\circ} u[k] \right\}, \quad (19)$$

$$\beta_2[k] = \beta_2[k-1] - \gamma_2 \left\{ (1-q_2)\rho_2[k-1] + q_2 \left(\hat{x}[k] - x[k] \right) \cdot \hat{\alpha}_i^{\circ} u[k] \right\}. \quad (20)$$

Согласно (19), (20) перестройка общих параметров проводится с учетом всей предыстории процесса, что способствует фильтрации данных от случайных фак-

торов и более стабильной работе алгоритмов. При этом инерционность настройки параметров можно регулировать с помощью параметров q , в зависимости от характера реальных сигналов. Все это позволяет повысить точность оценки и в определенных условиях обойтись без индивидуальной настройки всех параметров модели.

Групповой способ настройки модели. В некоторых случаях адаптацию модели целесообразно проводить групповым способом, смысл которого выражается в следующем. Иногда входные переменные по тем или иным признакам можно разбить на две или более подгруппы $U_j, (j=\overline{1, n}, n \leq N)$. Например, входные переменные, входящие в модель (2), с положительными коэффициентами можно отнести к одной подгруппе, а с отрицательными — к другой и т.д.

При этом вектор входных переменных $U^T[k] = (U_1[k], U_2[k], \dots, U_n[k])$ представляется как сумма n векторов

$$u^T[k] = \sum_{j=1}^n u_j^T[k], \quad (21)$$

где

$$u_j^T[k] = (u_{j1}[k], u_{j2}[k], \dots, u_{jn}[k]), j = \overline{1, n}; \quad (22)$$

$$u_{ji}[k] = \begin{cases} 0, & \text{если } u_i[k] \notin U_j, \\ u_i[k], & \text{если } u_i[k] \in U_j, i = \overline{1, n}. \end{cases} \quad (23)$$

Тогда модель (2) запишется в виде

$$\hat{x}[k] = \sum_{j=1}^n \hat{\alpha}_j^T[k-1] \cdot u_j[k], \quad (24)$$

где

$$\hat{\alpha}_j^{\circ}[k] = (\hat{\alpha}_{j1}[k], \hat{\alpha}_{j2}[k], \dots, \hat{\alpha}_{jn}[k]); \quad (25)$$

$$\hat{\alpha}_{ji}[k] = \begin{cases} 0, & \text{если } u_i[k] \notin U_j, \\ \hat{\alpha}_i[k], & \text{если } u_i[k] \in U_j, i = \overline{1, n}, \end{cases} \quad (26)$$

а выражения (7), (8), (11), (12), соответственно, примут вид

$$\hat{x}[k] = \sum_{i=1}^n \left(\alpha_{oj}^{\circ} + \beta_{1j}[k-i] \cdot e^{\circ} \right) u_j[k], \quad (27)$$

$$\hat{x}[k] = \sum_{j=1}^n \beta_{2j}[k-i] \cdot \hat{\alpha}_{ij}^{\circ} u_j[k], \quad (28)$$

$$\beta_{1j}[k] = \beta_{1j}[k-1] - \gamma_{1j} \left(\hat{x}[k] - x[k] \right) \cdot e^{\circ} u_j[k], \quad (29)$$

$$\beta_{2j}[k] = \beta_{2j}[k-1] - \gamma_{2j} \left(\hat{x}[k] - x[k] \right) \cdot \hat{\alpha}_{ij}^{\circ} u_j[k], j = \overline{1, n}. \quad (30)$$

Как видно из (27)–(30), каждая подгруппа входных переменных имеет свой общий параметр, который настраивается индивидуально. Ясно, что теперь для случая нового способа настройки, когда модель представляется в виде (27), (28), перестраиваются n параметров $\beta_{1j}[k]$ (или $\beta_{2j}[k]$) $j = \overline{1, n}$. Это позволяет повысить точность алгоритмов МОП, сохраняя их высокую скорость сходимости. При этом, если признак, по которому группируются входные перемен-

ные, имеет разумный смысл, то эффективность приведенных алгоритмов повышается.

Алгоритмы (27)–(30) при $n = 1$ совпадают с алгоритмами однопараметрической настройки модели, а при $n = N$ мы переходим к известным алгоритмам перестройки N параметров. Когда $1 < n < N$, новые алгоритмы обладают промежуточными качествами МОП и классических алгоритмов индивидуальной перестройки всех параметров модели.

Идентификация нелинейных моделей с помощью МОП. Выше рассматривались способы идентификации МОП на примере моделей линейных, относительно неизвестных параметров. Однако большинство сложных процессов описывается моделями нелинейного вида. В связи с этим возникает вопрос о применимости МОП для идентификации нелинейных моделей.

Известно, что нелинейные, относительно оцениваемых параметров, модели можно привести к линейному виду, разложив их в ряд Тейлора [5]. Это позволило бы применять вышеприведенные алгоритмы для идентификации нелинейных моделей, но разложение в ряд Тейлора зачастую приводит к громоздким выражениям. В результате этого количество вычислительных операций резко возрастает и, соответственно, точность вычислений снижается из-за ограниченности разрядной сетки ячеек памяти ЭВМ. Поэтому для случая нелинейных моделей целесообразно распространить идеи МОП, что позволяет обойти приведенные затруднения.

Пусть процесс представляется выражением вида

$$x[k] = F(a, u[k]), \quad (31)$$

где $x[k]$ — выходное значение объекта на k -м шаге;
 $a = (a_1, a_2, \dots, a_N)$ — вектор неизвестных параметров;
 $u[k] = (u_1[k], u_2[k], \dots, u_N[k])$ — вектор входных переменных;
 F — некоторый оператор.

Модель процесса (31) представим в виде

$$\hat{x}[k] = \hat{F}(\hat{a}[k-1], u[k]), \quad (32)$$

где $\hat{x}[k]$ — выходное значение модели на k -м шаге;

$$\hat{a}[k] = (\hat{a}_1[k], \hat{a}_2[k], \dots, \hat{a}_N[k]) \text{ — вектор оценок}$$

параметров на k -м шаге;

F — оператор модели.

Теперь, как в случае линейных моделей, соответственно, для АПН и МПН положим, что

$$\hat{\alpha}_i[k] = \hat{\alpha}_{io} + \beta_1[k-1], \quad i = \overline{1, N}, \quad (33)$$

$$\hat{\alpha}_i[k] = \beta_2[k-1] \cdot \hat{\alpha}_{io}, \quad i = \overline{1, N}, \quad (34)$$

где $\hat{a}_{io} = (a_{10}, a_{20}, \dots, a_{N0})$ — вектор начальных значений оценок параметров.

Тогда модель (32), соответственно, для АПН и МПН примет вид

$$\hat{x}[k] = \hat{F}(\hat{a}_o + \beta_1[k-1], u[k]), \quad (35)$$

$$\hat{x}[k] = \hat{F}(\beta_2[k-1] \cdot \hat{a}_o, u[k]). \quad (36)$$

При представлении модели в таком виде перестройку общих параметров можно проводить согласно алгоритму

$$\beta[k] = \beta[k-1] - \gamma \text{Sign} \left(\frac{\partial \hat{F}}{\partial \beta} \right) (\hat{x}[k] - x[k]), \quad (37)$$

где $\frac{\partial \hat{F}}{\partial \beta}$ — производная $\hat{F}$ по β , принимающая либо положительные, либо отрицательные значения при всех β .

Заметим, что способы настройки модели, приведенные в предыдущих пунктах, сохраняют свои силы и в случае нелинейности модели. Их аналогами при нелинейных моделях могут служить следующие алгоритмы:

$$\begin{aligned} \beta[k] = \beta[k-1] - \gamma \text{sign} \left(\frac{\partial \hat{F}}{\partial \beta} \right) \times \\ \times \left\{ (1-q)P[k-1] + q \left(\hat{x}[k] - x[k] \right) \right\}, \end{aligned} \quad (38)$$

где $P[k] = q \sum_{i=0}^k (1-q)^i \left(\hat{x}[k-1] - x[k] \right)$ — групповой способ настройки модели.

$$\begin{aligned} \beta_j[k] = \beta_j[k-1] - \gamma_j \text{sign} \left(\frac{\partial \hat{F}}{\partial \beta_j} \right) \times \\ \times \left(\hat{x}[k] - x[k] \right), \quad j = \overline{1, n}, \end{aligned} \quad (39)$$

при представлении модели, соответственно, для АПН и МПН в виде

$$\hat{x}[k] = \hat{F} \left(\hat{a}_{o1} + \beta_1[k-1], \hat{a}_{o2} + \beta_2[k-1], \dots, \hat{a}_{on} + \beta_n[k-1], u[k], \right)$$

$$\hat{x}[k] = \hat{F} \left(\beta_1[k-1] \hat{a}_{o1}, \beta_2[k-1] \hat{a}_{o2}, \dots, \beta_n[k-1] \hat{a}_{on}, u[k] \right), n \leq N.$$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ашимов А.А., Сыздыков Д.Ж. Идентификация методом общего параметра // Справочник по теории автоматического управления / Под ред. А.А. Красовского. М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. С. 263–271.
2. Райбман Н.С., Чадеев В.М. Построение моделей процессов производства. М.: Энергия, 1975. 376 с.
3. Лукашин Ю.П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования. М.: Статистика, 1979. 256с.
4. Редкозубов С.А. Статистические методы прогнозирования в АСУ. М.: Энергоиздат, 1981. 152 с.
5. Корн Г., Корн Г. Справочник по математике для научных работников и инженеров. М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1977. 232 с.

УДК 622.807

М.К. ДЮСЕБАЕВ

Интенсификация процессов пылеподавления пеной

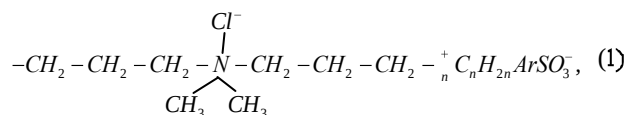
На горно-рудных предприятиях имеет место значительное загрязнение воздушной средой, в основном пылью. Пыль образуется и выделяется на основных и вспомогательных производственных процессах по всей технологической цепочке от добычи до переработки руды, а также вторсырья.

Основным методом снижения запыленности воздуха на рабочих местах и территории предприятий является применение воднодисперсных систем (капель жидкости при различных видах орошения, пенного аэрозоля и др.).

Высокая степень подавления пыли в местах локального ее выделения достигается использованием воздушно-механической пены, получаемой из водных растворов поверхностно-активных веществ (ПАВ). Однако, как показали исследования, при пылеподавлении пеной недостаточно улавливаются тонкие фракции твердых частиц, представляющие значительную опасность для здоровья человека. Повышение пылеподавляющей способности пены обеспечивается применением разработанной композиции пенообразователя, электрической, магнитной и термической активацией растворов ПАВ и пены.

Состав раствора пенообразователя включает сульфидно-спиртовую барду, сополимер полиметил-

диаллил аммоний хлорида и соли алкилароматических кислот



где $n = 8-12$

Соотношение компонентов (масс. %): барда – 0,5 – 5,0; сополимер – 0,5 – 1,5; вода – остальное. По внешнему виду – жидкость коричневого цвета со слабым запахом нефтепродуктов. При использовании данного ПАВ эффективность подавления чрезвычайно опасной свинецсодержащей пыли возрастает на 8,5% по сравнению с широко используемым ПО – 1, а содержание свинца в воздухе рабочей зоны снижается на 7,8%.

При электризации пены за счет равномерного растекания жидкости на пенообразующей сетке под действием помпедомоторных сил происходит устойчивая генерация пены. Максимальная величина заряда пены составляет $4 \cdot 10^{-4}$ Кл/кг. Математическая модель изменения коэффициента поверхностного натяжения жидкостью в зависимости от величины заряда пены, потенциала на поверхности пены и напряженности электрического поля имеет вид

$$\sigma_{\text{эн}} = \sigma_{\text{ж.с.г.}} - \frac{q_n^2}{16\pi^2 \varepsilon_0 \varepsilon_n d_n^3}, \quad (2)$$

$$\sigma_{\text{эн}} = \sigma_{\text{ж.с.г.}} - \varepsilon_0 \varepsilon_n \frac{\varphi^2}{d_n^3}, \quad (3)$$

$$\sigma_{\text{эн}} = \sigma_{\text{ж.с.г.}} - \frac{1}{16} \varepsilon_0 \varepsilon_n d_n E^2, \quad (4)$$

где $\sigma_{\text{эн}}$ и $\sigma_{\text{ж.с.г.}}$ — коэффициенты поверхностного натяжения пленки жидкости электростатически заряженной и обычной пены, Н/м;

q — заряд пены, Кл;

ε_0 и ε_n — абсолютная ($\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м) и относительная диэлектрическая проницаемость ($\varepsilon \approx 80-100$) пены;

φ — потенциал на поверхности пены, кВ;

E — напряженность электрического поля коронного разряда.

Внедрение генераторов высокочастотной электростатически заряженной пены на БГМК позволило снизить запыленность на рабочих местах в 18 раз, а выбросы пыли в атмосферу при вентиляции уменьшить в 3–4 раза.

Магнитная активация растворов ПАВ за счет повышения напряженности поля дает возможность интенсифицировать процесс пенообразования, в связи с чем снижаются потери рабочей жидкости, улучшаются свойства пены и возрастает производительность пеногенератора, кратность и стойкость пены, определяемые по формулам

$$P = P_0 + \frac{H}{a_1 H^2 + a_2 H + a_3}, \quad (5)$$

$$K = K_0 + \frac{H}{b_1 H^2 + b_2 H + b_3}, \quad (6)$$

$$\tau = \tau_0 a_4^{a_4 H}, \quad (7)$$

где P_0 , K_0 и τ_0 — производительность пеногенератора, кратность и стойкость пены при отсутствии магнитного поля;

$a_1, a_2, a_3, a_4, b_1, b_2, b_3$ и b_4 — эмпирические коэф-

фициенты.

Эффективность улавливания тонкодисперсных фракций свинецсодержащей пыли при использовании омагниченной пены в цехе разделки аккумуляторного лома ЛПК повышается на 10–15% и в 1,5–2,0 раза уменьшается количество выбросов пыли в окружающую среду при снижении на 25–30% расхода рабочего раствора. Установлено, что для каждого пенообразователя существует определенная концентрация раствора, при которой эффект магнитной активации максимален. Так, для ПО – 1 это 3%-ная, ПО – 12 – 2%-ная и 4%-ная концентрация для раствора ОП – 10.

Для использования пенного способа пылеподавления в условиях отрицательных температур окружающей среды и устранения непроизводительных потерь рабочего раствора при генерации пены разработан термический способ активации раствора ПАВ. При этом исследования проводились как при нагреве раствора ПАВ, так и воздушного потока, подаваемого на сетку пеногенератора. Производительность пеногенератора при нагреве раствора увеличивается на 25–30% по сравнению с нагревом потока воздуха. Изменяются и свойства пены: кратность возрастает на 10–12%, стойкость на 15–20%, а дисперсность повышается в 1,3–1,6 раза. Коэффициент полезного действия пеногенератора по используемой жидкости определялся по выражению

$$\eta = \frac{P}{qK}, \quad (8)$$

где q — количество раствора, расходуемое на генерацию пены, л/с.

Применяемые для пылеподавления растворы ПАВ на вспениваемость оборотной воды в процессе переработки и обогащения цветных металлов, а также состав атмосферного воздуха влияния не оказывают. Степень извлечения концентратов цинка и свинца в зависимости от расхода пенообразователя увеличивается до 6%.

УДК 622.453

Ж.Г. ЛЕВИЦКИЙ

Оценка взаимовлияния потоков воздуха в шахтных вентиляционных сетях

В общем виде взаимная связь между потоками воздуха в шахтной вентиляционной сети находит достаточно полное отражение в системе уравнений вида

$$\begin{cases} \sum_{i \in S} q_i = 0, \\ \sum_{i \in L} R_i q_i^2 + h_L = 0, \end{cases} \quad (1)$$

где $S = \{S_1, S_2, \dots, S_{N-1}\}$ — узлы вентиляционной сети;

$L = \{L_1, L_2, \dots, L_k\}$ — независимые контуры вентиляционной сети;

$i = 1, 2, \dots, n$ — нумерация ветвей вентиляционной сети;

q_i — расход воздуха в i -й ветви, м³/с;

R_i — аэродинамическое сопротивление i -й ветви, даПа·с²/м⁶;

h_L — депрессия источника тяги в L -м контуре, даПа.

Перейти от данной системы к зависимости типа $q = F(R_1, R_2, \dots, R_n)$ в силу ее нелинейности можно только в случае простых связей, характерных для последовательно-параллельных соединений горных выработок, что является одной из основных причин тех затруднений, которые имеют место при построении характеристик взаимосвязанности расходов воздуха в сложных вентиляционных сетях. Решение поставленной задачи может быть получено на базе ис-

пользования рядов Тейлора.

Если известно базовое распределение воздуха в шахтной вентиляционной сети $q_{1,0}, q_{2,0}, q_{3,0}, \dots, q_{m,0}$, которое является решением системы (1) и соответствует фиксированному вектору параметров $\alpha_0 = \{\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_p\}$, то рассматривая неизвестные потоки $q_1, q_2, q_3, \dots, q_m$ как функции параметров $\alpha_j, j = \overline{1, p}$, можно представить их, в общем случае, в виде ряда Тейлора

$$q_i = q_{i,0} + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n!} (\alpha_j - \alpha_{j,0})^n \frac{\partial^n q_i}{\partial \alpha_j^n}, \quad i = \overline{1, m}, \quad (2)$$

где q_i — определяемый расход воздуха в i -й ветви, $\text{м}^3/\text{с}$;

$q_{i,0}$ — известный расход воздуха в i -й ветви, соответствующий фиксированному значению параметров $\alpha_{j,0}, \text{м}^3/\text{с}$;

$\alpha_j, j = 1, 2, 3, \dots, p$ — регулируемые аэродинамические параметры вентиляционной сети, в качестве которых могут быть сопротивления выработок, депрессии источников тяги, расходы воздуха и т. д.;

$\frac{\partial^n q_i}{\partial \alpha_j^n}$ — производная n -го порядка от функции q_i

по параметру α_j .

Использование условия взаимосвязанности в форме (2), например, для анализа изменения расходов воздуха в отдельно взятых элементах шахтной вентиляционной сети, практически исключает на каждом шаге регулирования необходимость многократного решения нелинейных систем уравнений вида (1). Приемлемая точность расчетов достигается при вычислении трех-четырех членов разложения. Ошибка в вычислениях, в силу того, что ряд является знакопеременным, не превысит по абсолютной величине первого из отброшенных членов.

Сходимость ряда будет обеспечиваться при выполнении условия

$$\frac{\frac{1}{n!} (\alpha_j - \alpha_{j,0})^n \left| \frac{\partial^n q_i}{\partial \alpha_j^n} \right|}{\frac{1}{(n-1)!} (\alpha_j - \alpha_{j,0})^{n-1} \left| \frac{\partial^{(n-1)} q_i}{\partial \alpha_j^{(n-1)}} \right|} < 1,$$

откуда находим возможный интервал изменения переменной величины, т.е. область допустимого изменения аэродинамических параметров регулирующих устройств

$$\alpha_j < \alpha_{j,0} + \left(n \left| \frac{\partial^{n-1} q_i}{\partial \alpha_j^{n-1}} \right| \left/ \left| \frac{\partial^n q_i}{\partial \alpha_j^n} \right| \right). \quad (3)$$

Для определения неизвестных производных, входящих в выражения (2) и (3), продифференцируем исходную систему уравнений (1) по переменному параметру α_j . Получим

$$\begin{cases} \sum_{i \in S} \frac{\partial q_i}{\partial \alpha_j} = 0; \\ \sum_{i \in L} 2R_i q_i \frac{\partial q_i}{\partial \alpha_j} + \frac{\partial h_L}{\partial \alpha_j} = 0, \text{ а́ñëè } \alpha_j \neq R_i; \\ \sum_{i \in L} 2R_i q_i \frac{\partial q_i}{\partial \alpha_j} + \frac{\partial h_L}{\partial \alpha_j} + \sum_{i \in L} q_i^2 = 0, \text{ а́ñëè } \alpha_j = R_i. \end{cases} \quad (4)$$

Подставляя вместо R_i и q_i исходные базовые данные сопротивлений ветвей и расходов воздуха в них, получим линейную систему уравнений, решая которую, находим численные значения первых производных.

После повторного дифференцирования будем иметь

$$\begin{cases} \sum_{i \in S} \frac{\partial^2 q_i}{\partial \alpha_j^2} = 0; \\ \sum_{i \in L} 2R_i q_i \frac{\partial^2 q_i}{\partial \alpha_j^2} + \frac{\partial^2 h_L}{\partial \alpha_j^2} + \sum_{i \in L} 2R_i \left(\frac{\partial q_i}{\partial \alpha_j} \right)^2 = 0, \text{ а́ñëè } \alpha_j \neq R_i; \\ \sum_{i \in L} 2R_i q_i \frac{\partial^2 q_i}{\partial \alpha_j^2} + \frac{\partial^2 h_L}{\partial \alpha_j^2} + \sum_{i \in L} 2R_i \left(\frac{\partial q_i}{\partial \alpha_j} \right)^2 + \\ + \sum 4q_i \frac{\partial q_i}{\partial \alpha_j} = 0, \text{ а́ñëè } \alpha_j = R_i. \end{cases} \quad (5)$$

После подстановки базовых значений R_i и q_i , и найденных выше первых производных система уравнений (5) приводится к линейному виду и решается относительно вторых производных. Продолжая последовательное дифференцирование можно получить необходимые системы уравнений для вычисления производных любого порядка.

Решение рассматриваемой задачи связано с дифференцированием функции вида $F_i = R_i q_i^2$ по переменному параметру $\alpha_j, j = \overline{1, p}$. Однако, как подтверждает практика расчетов, ручное дифференцирование данной функции нерационально в силу того, что по мере возрастания порядка производной резко увеличивается объем вспомогательных операций при формировании систем уравнений.

Если рассматривать функцию $F_i = R_i q_i^2$ как произведение двух функций, т.е. $F_i = R_i (q_i q_i)$, то последующий анализ показывает, что ее дифференцирование соответствует биному Ньютона при разложении выражения $(q_i + q_i)^n$ и выполнении условия $n \geq 2$. В этом случае справедлива формула Лейбница и производная n -го порядка от рассматриваемой функции при условии, что $\alpha \neq R_i$, определяется из выражения

$$\begin{aligned} F_{i, \alpha \neq R_i}^{(n)} = R_i & \left[\frac{\partial^{(n)} q_i}{\partial \alpha_j^{(n)}} q_i + \frac{n}{1!} \frac{\partial^{(n-1)} q_i}{\partial \alpha_j^{(n-1)}} \frac{\partial q_i}{\partial \alpha_j} + \right. \\ & + \frac{n(n-1)}{2!} \frac{\partial^{(n-2)} q_i}{\partial \alpha_j^{(n-2)}} \frac{\partial^2 q_i}{\partial \alpha_j^2} + \\ & + \frac{n(n-1)(n-2)}{3!} \frac{\partial^{(n-3)} q_i}{\partial \alpha_j^{(n-3)}} \frac{\partial^3 q_i}{\partial \alpha_j^3} + \dots + \\ & \left. + \frac{n(n-1) \dots n-(n-2)}{(n-1)!} \frac{\partial q_i}{\partial \alpha_j} \frac{\partial^{(n-1)} q_i}{\partial \alpha_j^{(n-1)}} + q_i \frac{\partial^{(n)} q_i}{\partial \alpha_j^{(n)}} \right]. \end{aligned} \quad (6)$$

В том случае, если $\alpha_j = R_i$, то

$$F_{i,\alpha=R_i}^{(n)} = F_{i,\alpha \neq R_i}^{(n)} + n \left[\frac{\partial^{(n-1)} q_i}{\partial \alpha_j^{(n-1)}} + \frac{n-1}{1!} \frac{\partial^{(n-2)} q_i}{\partial \alpha_j^{(n-2)}} \frac{\partial q_i}{\partial \alpha_j} + \right. \\ \left. + \frac{(n-1)(n-2)}{2!} \frac{\partial^{(n-3)} q_i}{\partial \alpha_j^{(n-3)}} + \dots \right. \\ \left. + \frac{(n-1)(n-2) \dots [n-(n-3)]}{(n-2)!} \frac{\partial q_i}{\partial \alpha_j} \frac{\partial^{(n-2)} q_i}{\partial \alpha_j^{(n-2)}} + q_i \frac{\partial^{(n-1)} q_i}{\partial \alpha_j^{(n-1)}} \right]. \quad (7)$$

Оценивая полученные зависимости, приходим к выводу, что матрица коэффициентов при определяемых производных является постоянной и не зависит от их порядка. Компоненты матрицы соответственно равны единице при искомым производных по узлам и $2R_i q_i$ при тех же производных по контурам. Например, сколько бы мы не повышали порядок дифференцирования выражений $(\partial q_i / \partial \alpha_j)$ и $2R_i q_i (\partial q_i / \partial \alpha_j)$, коэффициенты при старших производных остаются неизменными.

Производная от h_L зависит от уравнения характеристики источника тяги. Ее дифференцирование не нарушает высказанных утверждений. Действительно, если $h_L = \text{const}$ и $\alpha_j \neq h_L$, то $(\partial h_L / \partial \alpha_j) = 0$. При $h_L = f(q)$ последний легко аппроксимируется двучленом вида $h_L = H - R_6 q^2$, где $H = \text{const}$, а R_6 — внутреннее сопротивление источника тяги. Дифференцирование такого двучлена равнозначно дифференцированию любого из слагаемых по контурам.

Если $\alpha_j = h_L$, то $(\partial h_L / \partial \alpha_j) = 1$, что приведет к появлению свободных членов при той же неизменной матрице коэффициентов.

В общем случае, система уравнений для вычисления производных может быть представлена в матричной форме

$$AX^{(n)} = S^{(n)}, \quad (8)$$

где A — матрица коэффициентов при определяемых производных;
 $X^{(n)}$ — матрица-столбец определяемых производных порядка n ;
 $S^{(n)}$ — матрица-столбец свободных членов.

Поскольку $A = \text{const}$, то задача по нахождению численных значений производных сводится в основном к определению свободных членов в правой части уравнения (8). Изложенный алгоритм легко реализуется, если в процессе формирования системы уравнений свободные члены находить по формулам (6) и (7), исключив предварительно слагаемые с производными высшего порядка, из которых затем формируется матрица-столбец определяемых производных и матрица коэффициентов при определяемых производных. Так как (6) и (7) справедливы, начиная с $n = 2$, то решение поставленной задачи распадается на два этапа. Первый этап связан с определением производных первого порядка из решения системы (4). На втором этапе формируется система уравнений вида (8), из которой находятся все последующие производные.

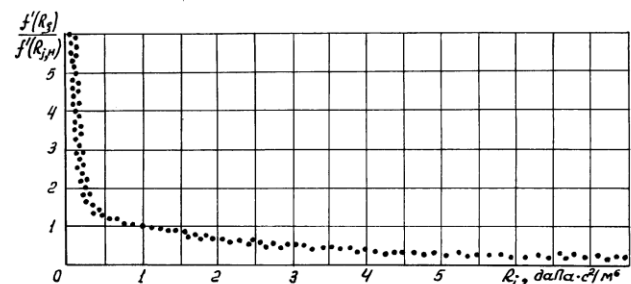
Шахтная вентиляционная система является сильно связанным графом, изменение расхода воздуха в любом элементе которого в большей или меньшей степени затрагивает всю систему проветривания подземных выработок. Чтобы оценить степень этого воздействия, воспользуемся формулой Лагранжа. Если задано начальное распределение воздуха $q_{i,0}$, соответствующее

исходному значению сопротивления j -й регулирующей выработки $R_{j,n}$, то при изменении j -го сопротивления до величины $R_{j,k}$ новое значение расхода воздуха в j -й ветви, в силу формулы Лагранжа, находится из условия

$$q_i = q_{i,0} + f' R_{\xi} R_{j,\varepsilon} - R_{j,i}, \quad (9)$$

где $f' R_{\xi}$ — коэффициент взаимосвязанности расходов воздуха в управляемых потоках при изменении сопротивления регулятора от величины $R_{j,n}$ до $R_{j,k}$, численно равен производной от функции расхода воздуха, соответствующей некоторому значению сопротивления R_{ξ} в промежутке между $R_{j,n}$ и $R_{j,k}$.

Выполненные исследования по определению зависимости коэффициента взаимосвязанности от изменяющихся параметров системы позволили выявить новое свойство вентиляционных соединений. Установлено, что отношение производной $f' R_{\xi}$ к производной в базовой точке $f' R_{j,i}$, соответствующей воздухораспределению в сети при $R_{j,n} = 1,0 \text{ даПа} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^6$, $j = \overline{1, n}$ изменяется в ходе изменения R_j по одному и тому же экспоненциальному закону для всех выработок шахтной вентиляционной сети. На рисунке представлен график экспериментальных данных зависимости $f' R_{\xi} / f' R_{j,i}$ от текущей координаты R_j . Каждая точка на данном графике соответствует нескольким десяткам однотипных точек, полученных при расчете разных по структуре и топологической сложности вентиляционных сетей.



Зависимость отношения $f'(R_{\xi})/f'(R_{j,i})$ от изменения сопротивления регулятора

Обработка результатов по методу средних показала, что зависимость такого вида при изменении аэродинамического сопротивления регуляторов R_j в пределах от 0,01 до 100 $\text{даПа} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^6$ достаточно точно описывается уравнением

$$\frac{f' R_{\xi}}{f' R_{j,i}} = 74,28 \exp -4,307 R_j^{0,14}. \quad (10)$$

Так как $f' R_{j,i} = \partial q_i / \partial R_j$, то выражение (9) с учетом (10) преобразуется к виду

$$q_i = q_{i,0} + 74,28 \frac{\partial q_i}{\partial R_j} R_j - 1 \exp -4,307 R_j^{0,14} \quad (11)$$

Здесь $q_{i,0}$ — начальный расход воздуха в i -й выработке, соответствующий исходному значению регуля-

тора в j -й ветви $R_{j,m} = 1,0 \text{ даПа} \cdot \text{с}^2/\text{м}^6, \text{ м}^3/\text{с}$.

Для вычисления производных $f' R_{j,i}$ продифференцируем систему (1) по переменному параметру R_j , получим

$$\begin{cases} \sum_{i \in S} \frac{\partial q_i}{\partial R_j} = 0; \\ \sum_{i \in L} 2R_i q_i \frac{\partial q_i}{\partial R_j} + \frac{\partial h_L}{\partial R_j} = 0, R_j \neq R_i; \\ \sum_{i \in L} 2R_i q_i \frac{\partial q_i}{\partial R_j} + \frac{\partial h_L}{\partial R_j} = -\sum_{i \in L} q_i^2, R_j = R_i. \end{cases} \quad (12)$$

Полученная система уравнений является линейной и, после подстановки базовых значений q_i и R_i , $i = \overline{1, n}$, решается относительно искоемых производных.

При осуществлении сложного регулирования, когда одновременно в m управляющих ветвях изменяются аэродинамические параметры регуляторов, уравнение взаимосвязанности, в соответствии с формулой Лагранжа для функций многих переменных, примет вид

$$q_i = q_{i,0} + \sum_{j=1}^m 74,28 K_{ji} R_j - 1 \exp -4,307 R_j^{0,14}. \quad (13)$$

В данном случае коэффициент взаимосвязанности $K_{ji} = \partial q_i / \partial R_j$ определяет степень влияния регулятора в j -й управляющей ветви на i -й управляемый поток воздуха. Если $K_{ji} > 0$, то с увеличением сопротивления регулятора в j -й управляющей ветви в i -м управляемом потоке расход воздуха увеличивается. При $K_{ji} < 0$ картина будет обратной. По абсолютной величине коэффициентов K_{ji} можно оценить степень воздействия регуляторов на управляемые потоки воздуха. Если $|K_{ji}| > 5$, то влияние очень сильное; при $2,5 \leq |K_{ji}| < 5$ регулятор будет оказывать сильное влияние на управляемый поток; среднее влияние будет в том случае, если $1 \leq |K_{ji}| < 2,5$; слабое при выполнении условия

$0,5 \leq |K_{ji}| < 1,0$ и очень слабое, если $|K_{ji}| < 0,5$.

Указанная градация позволяет дать объективную оценку ожидаемому влиянию регуляторов на управляемые потоки воздуха, по результатам которых следует принимать решение об их монтаже в случае активного воздействия на управляемый объект проветривания или ликвидации — в случае слабого влияния. Регуля-

тор, оказывающий очень сильное влияние, может привести к опрокидыванию вентиляционных струй в прилегающих к регулятору выработках. С уменьшением абсолютной величины коэффициентов взаимной связи область влияния регуляторов ограничивается локальными изменениями в перераспределении расходов воздуха в шахтной вентиляционной сети.

Расчет базового распределения воздуха $q_{i,0}$, $i = \overline{1, n}$ для исходного состояния вентиляционной системы выполняется для условия, когда всем переменным параметрам в системе уравнений (1) придается значение $R_j = 1,0 \text{ даПа} \cdot \text{с}^2/\text{м}^6, j = \overline{1, m}$. После решения задачи базового распределения потоков воздуха последовательно для каждого переменного параметра R_j , $j = \overline{1, m}$ формируются системы уравнений вида (12), из решения которых находятся численные значения искоемых коэффициентов взаимосвязанности K_{ji} .

В дальнейшем использование формул (11) и (13) позволяет определять характер изменения расходов воздуха в любой i -й выработке в случае изменения аэродинамического сопротивления одного или одновременно нескольких регулирующих устройств в управляющих ветвях шахтной вентиляционной сети.

Таким образом, выполненные исследования и полученные на их основе функциональные зависимости дают возможность оценивать с качественной и количественной стороны влияние активных или пассивных регуляторов на характер изменения расходов воздуха в управляемых ветвях и могут быть использованы при выполнении прогнозных расчетов по управлению шахтными вентиляционными сетями.

УДК 622.453

Ж. Г. ЛЕВИЦКИЙ

Оценка влияния активных регуляторов, работающих без перемычки, на распределение воздуха в шахтах

Установка подземных вентиляторов связана с необходимостью изменения расходов воздуха на отдельных трудноуправляемых направлениях в шахтной вентиляционной системе. Работа подземного вентилятора может осуществляться через перемычку или без нее. При работе через перемычку вентилятор обеспечивает перераспределение воздушных потоков на значительных участках шахтной вентиляционной системы. В

случае локального перераспределения расходов воздуха предпочтительнее использовать вентиляторы, работающие без перемычки. Они могут применяться в качестве положительных регуляторов (рис. 1,а), если вытекающая из вентилятора струя совпадает с общим направлением потока, а в негазовых шахтах — дополнительно как отрицательные регуляторы (рис. 1,б) при встречном взаимодействии струй.

Опыт использования вентиляторов местного проветривания в качестве регуляторов, работающих без перемычек, на шахтах Карагандинского бассейна показал [1], что их применение способствовало уменьшению газовыделения в вентиляционную выработку и повышало эффективность всех способов дегазации выработанного пространства. В то же время, отсутствие обоснованных исследований по изучению влияния такого класса регуляторов не позволяет получить ясно-го представления о механизме происходящих процессов и дать им качественную и количественную оценку.

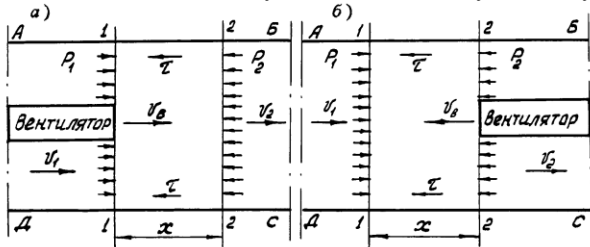


Рис. 1. Расчетная схема к определению изменения депрессии в выработке с вентилятором, работающим без перемычки

Рассмотрим схему, представленную на рис. 1. Пусть в выработке ABCD установлен вентилятор, из которого с некоторой скоростью вытекает поток воздуха, совпадающий с общим направлением движения воздушной струи в выработке или направленный против нее. Используя уравнение Бернулли и закон изменения количества движений для выделенных объемов, ограниченных сечениями 1-1 и 2-2, составим следующую систему уравнений:

$$\begin{cases} p_1 + k_1 \rho \frac{v_1^2}{2} \pm h_a = p_2 + k_2 \rho \frac{v_2^2}{2} + h_0, \\ \beta_2 \rho v_2^2 S - \beta_1 \rho v_1^2 S - \rho v_a^2 S_a = p_1 S - p_2 S - \tau C x, \\ h_T = \tau \frac{C}{S} x, \end{cases} \quad (1)$$

где p_1 и p_2 — статические давления в сечениях 1-1 и 2-2, даПа;

v_1 и v_2 — средняя скорость потока воздуха в сечениях 1-1 и 2-2, м/с;

v_a — средняя скорость потока воздуха на выходе из вентилятора, м/с;

S — поперечное сечение выработки в месте установки вентилятора, м²;

S_a — поперечное сечение выходного отверстия вентилятора, м²;

h_T — потеря напора на трение на участке выработки длиной x , даПа;

τ — проекция на ось потока силы трения у боковой поверхности, даПа;

h_a — депрессия, создаваемая в выработке активным потоком на выходе из вентилятора; при попутном взаимодействии потоков берется со знаком «плюс», при встречном — со знаком «минус»;

k и β — поправочные энергетические коэффициенты Кориолиса и Буссинеска, отнесенные к сечениям 1-1 и 2-2;

ρ — плотность воздуха, кг/м³;

C — периметр поперечного сечения выработки, м.

По данным В.М. Талиева [2], связь между k и β определяется выражением

$$k = 3\beta - 2. \quad (2)$$

Для штрекообразных выработок, закрепленных неполными крепежными рамами [3],

$$k = 0,81 + 282\alpha, \quad (3)$$

где α — коэффициент аэродинамического сопротивления выработки, даПа·с²/м².

Поскольку для рассматриваемого участка выработки коэффициент аэродинамического сопротивления $\alpha = \text{const}$, то для анализируемого объема будет справедливым утверждение $k_1 = k_2$ и $\beta_1 = \beta_2$.

Подставляя в (1) вместо k и β их значения, выраженные через α , и решая систему уравнений относительно h_a , получим

$$h_a = \frac{\rho}{2} \left[\pm 2v_a^2 \frac{S_a}{S} - 1,06 - 94\alpha (v_1^2 - v_2^2) \right]. \quad (4)$$

Анализ полученной зависимости показывает, что величина депрессии, создаваемая вентилятором, работающим без перемычки, в подземной выработке, а следовательно, и эффективность управления воздушными потоками зависит от параметров v_a , S_a и S , варьируя которыми можно усиливать или ослаблять их воздействие на распределение воздуха в шахтной вентиляционной системе.

Возникающая невязка депрессии в ветвях с работающим активным регулятором нарушает условие однозначности напоров в соответствующих контурах вентиляционной сети, в результате чего появляются корректирующие контурные потоки, которые приводят к перераспределению расходов воздуха, численные значения которых могут быть найдены из решения системы уравнений вида

$$\begin{cases} \sum_{i \in S} q_i = 0, \\ \sum_{i \in L} R_i q_i^2 = \pm h_L \pm h_{a,j}, \end{cases} \quad (5)$$

где $S = 1, 2, \dots, N$ — нумерация узлов;

$L = 1, 2, \dots, K$ — нумерация независимых контуров;

q_i — расход воздуха в i -й ветви, м³/с;

R_i — аэродинамическое сопротивление i -й ветви, даПа·с²/м⁶;

h_L — депрессия источника тяги, входящего в L -й контур, даПа;

$h_{a,j}$ — депрессия активного регулятора, работающего без перемычки в j -й ветви L -го контура, даПа.

Знак «плюс» перед слагаемыми во втором уравнении системы (5) берется, если направление работы вентиляторов совпадает с направлением обхода контуров, знак «минус», если не совпадает.

Решение системы (5) позволяет оценить влияние активного регулятора на вентиляционную сеть в целом. Однако в случае последующего изменения режима его работы такое решение необходимо выполнять на каждом очередном шаге регулирования, что связано со значительными затратами труда и времени на получение искомых результатов. В этой связи представляет интерес поиск таких решений, которые поз-

воляли бы получать требуемую информацию о расходах воздуха в любой шахтной выработке, не решая многомерную сетевую систему уравнений.

Пусть задан базовый вектор $q_o = \{q_{1,o}, q_{2,o}, \dots, q_{n,o}\}$, компоненты которого являются решением системы уравнений (5) и соответствуют распределению воздуха в вентиляционной сети на момент, когда $h_{e,j} = 0$. Поскольку расход воздуха в i -й регулируемой выработке является функцией изменяющейся депрессии активного регулятора, установленного в j -й ветви, то, раскладывая q_i , $i = \overline{1, n}$ в ряд Маклорена по изменяющемуся параметру $h_{e,j}$, получим

$$q_i = q_{i,o} + h_{e,j} \frac{dq_i}{dh_{e,j}} + \frac{1}{2!} h_{e,j}^2 \frac{d^2 q_i}{dh_{e,j}^2} + \dots + \frac{1}{r!} h_{e,j}^r \frac{d^{(r)} q_i}{dh_{e,j}^{(r)}}; \quad (6)$$

$$i = \overline{1, n},$$

где $q_{i,o}$ — расход воздуха в i -й выработке до изменения депрессии в j -й ветви;

$h_{e,j}$ — текущая величина изменяющейся депрессии в j -й ветви.

Практика расчетов показывает, что ряд (6) является знакопеременным, сходимость которого обеспечивается при выполнении условия

$$\frac{\frac{1}{r!} h_{e,j}^r \frac{d^{(r)} q_i}{dh_{e,j}^{(r)}}}{\frac{1}{(r-1)!} h_{e,j}^{r-1} \frac{d^{(r-1)} q_i}{dh_{e,j}^{(r-1)}}} < 1,$$

откуда находим возможный интервал изменения переменной величины

$$h_{e,j} < \frac{r \left| \frac{d^{(r-1)} q_i}{dh_{e,j}^{(r-1)}} \right|}{\left| \frac{d^{(r)} q_i}{dh_{e,j}^{(r)}} \right|}. \quad (7)$$

Чтобы определить неизвестные производные, входящие в выражения (6) и (7), продифференцируем систему уравнений (5) по переменному параметру $h_{e,j}$. Получим

$$\begin{cases} \sum_{i \in S} \frac{dq_i}{dh_{e,j}} = 0; \\ \sum_{i \in L} 2R_i q_i \frac{dq_i}{dh_{e,j}} = \pm \frac{dh_L}{dh_{e,j}} \pm 1; j = \overline{1, n}. \end{cases} \quad (8)$$

Подставляя вместо R_i и q_i исходные базовые значения, получим линейную систему уравнений, решая которую, находим численные значения первых производных. После повторного дифференцирования будем иметь

$$\begin{cases} \sum_{i \in S} \frac{d^2 q_i}{dh_{e,j}^2} = 0; \\ \sum_{i \in L} 2R_i q_i \frac{d^2 q_i}{dh_{e,j}^2} + \sum_{i \in L} 2R_i \left(\frac{dq_i}{dh_{e,j}} \right)^2 = \pm \frac{d^2 h_L}{dh_{e,j}^2}; j = \overline{1, n}. \end{cases} \quad (9)$$

Аналогичными подстановками система (9) приво-

дится к линейному виду относительно вторых производных. При этом, вместо $dq_i/dh_{e,j}$ подставляются ранее найденные их численные значения. Продолжая последовательное дифференцирование, можно получить необходимые системы уравнений для вычисления производных любого порядка. Приемлемая точность расчетов достигается при вычислении трех-четырёх членов разложения в уравнении (6). Ошибка в вычислениях, в силу того, что ряд является знакопеременным, не превысит по абсолютной величине первого из отброшенных членов.

Обобщая изложенное заметим, что для ветвей с параллельным типом связи характерным является условие $dq_i/dh_{e,j} < 0$. Это говорит о том, что с увеличением депрессии активного регулятора в j -й ветви расход воздуха в i -й управляемой выработке будет уменьшаться. Для ветвей с последовательным типом связи справедливо условие $dq_i/dh_{e,j} > 0$. В этом случае расход воздуха в i -й управляемой выработке будет увеличиваться при увеличении депрессии активного регулятора в j -й ветви. Влияние на i -ю ветвь отсутствует, если $dq_i/dh_{e,j} = 0$.

Таким образом, предлагаемый подход к оценке влияния активных регуляторов на изменение расходов воздуха в системе подземных выработок позволяет получать не только количественные данные о протекающих в шахтной вентиляционной сети изменениях, но и оценить их с качественной стороны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глузберг Е.И., Гращенков Н.Ф., Шалаев В.С. Комплексная профилактика газовой и пожарной опасности в угольных шахтах. М.: Недра, 1988. 181 с.
2. Талиев В.Н. Аэродинамика вентиляции. М.: Стройиздат, 1979. 295 с.
3. Рудничная вентиляция: Справочник / Н.Ф. Гращенков, А.Э. Петросян, М.А. Фролов и др.; Под ред. К.З. Ушакова. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Недра, 1988. 440 с.

УДК 531.355

В.С. ХАРЬКОВСКИЙ
Л.Х. БАЛАБАС
Н. ТИЛЕУХАН

Исследование эффективности взаимодействия распыленной жидкости с пылью в активной зоне факела орошения

Основные требования эффективности подавления витающей пыли диспергированной жидкостью основаны на современном состоянии проблемы борьбы с пылью на горно-добывающих предприятиях и включают обеспечение

- высокой плотности факела орошения;
- высокой скорости полета капель диспергированной жидкости;
- монодисперсности факела орошения и его конденсационного режима;
- условий для осаждения мелких капель жидкости с уловленными пылинками и без них.

Повышение давления распыляемой жидкости (80–100 кг/с/см²) дает возможность выполнить вышеперечисленные требования при применении механического и пневматического распыления. Для многих технологических процессов более чем оправданно использование пневмогидроорошения, так как этот способ не позволяет изменять конденсационный режим в зоне орошения, получать однородные капли распыляемой жидкости и обеспечивать требование экономии воды.

Известно [3], что характер сопротивления испытываемого каплей при движении в воздухе, зависит от числа Рейнольдса

$$Re = \frac{2RU_s}{\nu}, \quad (1)$$

где ν — коэффициент кинематической вязкости среды; R — радиус капли жидкости.

При скорости капли жидкости порядка нескольких десятков метров в секунду (при $Re \gg 10$) сопротивление движению с достаточной точностью [4] можно считать пропорциональным квадрату скорости.

$$F_{\text{до}} = 2K\rho_{\text{ж}} V^2 \pi R^2, \quad (2)$$

где K — коэффициент пропорциональности, принятый 0,5÷1, $\rho_{\text{ж}}$ — плотность жидкости, V — скорость капли.

Исходя из (2), скорость движения капли жидкости убывает экспоненциально [1], уравнение движения имеет вид

$$V_t = V_0 e^{-\alpha t},$$

где V_t — скорость в момент времени t , $\alpha = 6\pi\eta R/m$.

Ранее было показано [2], что взаимодействие распыленной жидкости с частицами пыли пропорционально произведению их количеств, содержащихся в единице объема, умноженному на эффективное сечение $\pi(r+R)$ и относительную скорость V движения частицы пыли и капли жидкости. Если это произведение умножить на коэффициент захвата E , то будет учтена эффективность встречи частиц пыли с каплями жидкости.

При анализе процесса обеспыливания принимают частицы пыли и капли монодисперсными. Тогда изменение за промежуток времени dt концентрации dc пылевых частиц, имеющих размер r , при движении со скоростью V относительно капель размером R , записывают как

$$-dc = c\pi(r+R)^2 EVdt, \quad (3)$$

где c — счетные концентрации капель жидкости.

Так как c_0 зависит от расстояния до форсунки и, следовательно, от времени движения капли t , а E зависит от V , то решение уравнения (3) при граничном условии $c = c_0$ при $t = 0$, будет

$$c = c_0 e^{-\pi(r+R)^2 \int_0^t VE N dt}. \quad (4)$$

В формулах (3), (4) величина c_0 представляет собой начальную (до орошения) счетную концентрацию пыли данного размера.

Коэффициент захвата в (4) определен методом последовательного вычисления с применением ЭВМ, позволяющего производить интерполяцию между двумя крайними случаями течения — инерционным и вязком [1]. При этом, как и в случае осаждения капель на поверхностях, вводится безразмерный параметр K

$$K = \frac{\lambda}{R} = \frac{2\rho r^2 U}{9R\eta}, \quad (5)$$

где λ — инерционный пробег капельки радиусом r , брошенной в неподвижный воздух со скоростью V ; R — радиус улавливающей капли; ρ — плотность капельки; η — вязкость воздуха.

Критическое значение K , при котором капельки начинают захватываться каплей в потенциальном режиме равно 1/12; таким образом, с ней могут столкнуться лишь те капельки, инерционный пробег которых превосходит ранее указанное значение [1].

Если Re для капли велико, то следует исходить из потенциального режима течения. Для $K > 0,2$ коэффициент захвата E вычисляется как

$$E_a = \frac{K^2}{(K + 0,5)^2}. \quad (6)$$

Если Re для капли очень мало, то E для вязкого режима течения

$$E_a = \left(1 + \frac{0,75 \ln 2K}{K - 1,214}\right)^{-2}. \quad (7)$$

Для переходных режимов течения коэффициент захвата можно вычислить, скомбинировав коэффициенты захвата для вязкого течения E_a и для потенциального течения E_a при помощи эмпирической формулы [1]

$$E = \frac{E_a + E_a \frac{Re}{60}}{1 + \frac{Re}{60}}. \quad (8)$$

В технологическом процессе добычи угля в очистном забое были проведены экспериментальные проверки теории определения коэффициента захвата E пылинки каплями жидкости, движущимися с различными скоростями в факеле оросителя относительно частиц пыли, рассчитанные по зависимости (8). Замер скорости проводился на расстоянии от 0,10–0,15 м до 0,5–0,6 м от spryska .

По результатам проведенных экспериментов определено, что при движении капель в факеле оросителя эффективность захвата частиц пыли выше, чем у капель, свободно падающих в воздухе, за счет больших скоростей их относительного движения.

При гравитационном осаждении частицы пыли быстро достигают постоянной скорости, при которой аэродинамическое сопротивление, действующее на частицу, становится равным ее весу [1]. Приравнивая стоксово сопротивление эффективному весу шара, имеем

$$K = \frac{2\rho_i \rho_a r_i^2 Rg}{\eta_a^2}, \quad (9)$$

откуда

$$R = \frac{9\eta_a^2}{2\rho_a \rho_i g r_i^2}. \quad (10)$$

Из (9) и (10) видно, что при гравитационном осаждении каплей жидкости для улавливания более мелкой фракции частиц пыли требуются более крупные капли.

Ограничение определения коэффициента захвата при гравитационном осаждении обусловлено осаждением крупных фракций аэрозоля и диффузионным оседанием мелких.

Анализ [3] показал, что при гравитационном осаждении каплей эффективность пылеулавливания определяется той же формулой, что и при инерционном механизме. Следовательно, экспериментальные данные по определению эффективности E рекомендуется использовать при различных способах орошения.

Таким образом, теоретический коэффициент пылеподавления при инерционном и седиментационном пылеулавливании позволяет определить пути совершенствования способов пневмогидроорошения и установить оптимальные параметры процесса в различных технологических условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Грин Х., Лейн В. Аэрозоли — пыли, дымы и туманы. 2-е изд. М.: Изд-во «Химия», 1972. 428 с.
2. Кудряшов В.В., Воронина Л.Д., Шуринова М.К. и др. Смачивание пыли и контроль запыленности воздуха в шахтах / Под ред. В.В. Кудряшова. М.: Наука, 1979. 196 с.
3. Кирич Б.Ф., Журавлев В.П., Рыжих Л.И. Борьба с пылевыделением в шахтах. М.: Недра, 1983. 213 с.

УДК 339.9.012.23 (574)

Д.Р. СИХИМБАЕВА

Анализ развития внешней торговли в экономике Республики Казахстан

Несмотря на имеющиеся трудности и проблемы переходного периода, Казахстан был и остается одной из крупных мировых экономических держав. Его территория находится на перекрестке дорог в евроазиатском регионе, что выдвигает этот фактор в число ключевых в процессе глобализации мировых экономических и политических процессов. Близлежащие рынки емкостью около 2 млрд. человек способны принять любую казахстанскую продукцию при ее конкурентоспособности и развитии транспортных коммуникаций. Казахстан обладает огромными запасами природных и особенно энергетических ресурсов и выходит в первую десятку нефтяных стран. Имеются большие запасы угля, урана, золота и других ценных минералов. Казахстан известен давними научно-исследовательскими, промышленными и культурными традициями [1].

Произошедшее за последнее время оживление всей мировой торговли способствовало вовлечению отечественной экономики в расширяющийся международный товарообмен.

Внешняя торговля взаимосвязана с внутренней экономикой очень тесно. Поэтому процессы осуществления внешнеторговой деятельности неотделимы от процессов и направлений экономического развития государства в целом на конкретных этапах, а внешнеторговая политика должна учитывать и общую экономическую стратегию.

Разработка внешнеторговой стратегии РК имеет большое практическое значение, т.к. она определяет характер участия страны в международном разделе-

нии труда, что является рациональным и эффективным при имеющейся в нашей стране структуре производственных ресурсов и обеспечивает защиту экономических интересов внутреннего рынка.

Активизировав приток инвестиций и направляя их на модернизацию промышленности, РК имеет шанс стать мощным производителем продовольственных и потребительских товаров, химической продукции и машиностроения. Взяв курс на свободную экономику, Казахстан открыл доступ иностранным компаниям к своему огромному потребительскому рынку. Постепенное увеличение масштабов внешнеторговой деятельности происходит благодаря либерализации международного торгового режима. Для иностранных компаний, столкнувшихся с проблемой перенасыщения национальных рынков, развитие взаимоотношений с РК представляется прекрасной возможностью для расширения масштабов деятельности и поддержания конкурентоспособности. Усиление позиций РК выразилось в росте интереса, проявляемого к ней многими транснациональными корпорациями, такими как «Шеврон», «Экссон мобил», «Самсунг» и другие, которые вложили свои средства в нашу промышленность. В настоящее время структура внешней торговли Казахстана представляет собой расширение экспорта за счет вывоза сырья и природных ресурсов, а импорта — за счет ввоза продовольствия, машин, оборудования и потребительских товаров. Анализируя состояние основных экономических показателей платежного баланса РК, можно заметить, что начиная с 1994 г. основной тенденцией экономического разви-

тия являлось постоянное наращивание объемов как экспорта, так и импорта, следствием чего явилось положительное сальдо по счету текущих операций. При этом необходимо заметить, что источником спроса на иностранную валюту является импорт, а источником ее поступления на национальный внутренний рынок – экспорт. Как известно, когда экспорт превышает импорт, получается положительное сальдо текущего баланса страны, сопровождающееся увеличением предложения национальной валюты с последующим понижением стоимости последней, а увеличение объема импорта ведет к увеличению спроса на соответствующую иностранную валюту и способствует повышению ее курса [2].

Следствием произошедшей в нашем государстве либерализации внешней торговли явилось расширение внешнеэкономической деятельности, которой теперь занимаются тысячи и тысячи организаций, предприятий и фирм. Роль внешнеэкономического комплекса в экономике страны за 1995–1999 гг. значительно возросла. Увеличение объемов внешней торговли, и прежде всего экспорта, дало толчок развитию экономики вообще и сыграло положительную роль в достижении макроэкономической стабилизации.

За прошедший период в Казахстане большое внимание было уделено перспективным вопросам развития торгово-экономических отношений с зарубежными странами. Были подготовлены прогнозные оценки внешней торговли РК со странами Европы и Северной Америки и прогноз развития экспорта и импорта по странам – основным торговым партнерам РК, в частности, разработаны программы углубления сотрудничества с Германией, Францией, Италией, Финляндией, США, Польшей. Наша страна активно сотрудничала и продолжает сотрудничество со странами АТР (Азиатско-Тихоокеанского региона), а также с КНР, Индией, Ираком, которое открывает возможности для увеличения экспорта не только сырьевой, но и целого ряда промышленной продукции с высокой долей добавленной стоимости, что позволит постепенно осуществить стратегию импортозамещения в Казахстане.

По данным Агентства РК по статистике, товарооборот Республики Казахстан в минувшем году составил 11306,7 млн. долларов США. Географический спектр экспортирования продукции РК достаточно широк. Казахстан экспортирует свою продукцию в такие государства, как Россия, Бермудские острова, Китай, Италия, Германия, Швейцария, Великобритания, Нидерланды и др. Импорт поступает из России, США, Германии, Великобритании, Японии, Италии и т.д. (табл. 1 и 2) [3]. Судя по этим данным, растет роль Казахстана в мировом сообществе, повышается его имидж и популярность среди деловых кругов разных стран.

Следует заметить, что Российская Федерация остается основным торговым партнером Казахстана и основным потребителем казахстанской продукции, как видно из приведенных данных. В то же время за последние 5 лет наблюдается постепенное снижение объемов поставок в Россию. В 1995 г. поставки в Россию составляли 45% от общего объема экспорта, а в 1999 году – около 20%. По сравнению с предыдущим годом произошло снижение экспортных поставок по

следующим товарным группам: на 50% снизился экспорт минерального сырья, на 45% — транспортных средств, на 46% — продукции мукомольно-крупяной промышленности, на 36% — мяса [3].

Таблица 1

**УДЕЛЬНЫЙ ВЕС ОСНОВНЫХ ТОРГОВЫХ
ПАРТНЕРОВ В ЭКСПОРТЕ ЗА 1999Г.**

Наименование страны	Удельный вес, %	Ранг, место
Россия	19,8	1
Бермудские острова	13,9	2
Китай	8,5	3
Италия	7,5	4
Германия	5,9	5
Швейцария	5,3	6
Великобритания	3,4	7
Нидерланды	2,9	8
Украина	2,1	9
Эстония	2,0	10
Иран	1,8	11
США	1,4	12
Польша	1,4	12
Узбекистан	1,2	13
Кыргызстан	1,1	14
Таджикистан	0,8	15
Финляндия	0,7	16
Турция	0,6	17
Корея	0,6	17
Бельгия	0,6	17
Франция	0,5	18
Азербайджан	0,5	18
Япония	0,4	19
Латвия	0,4	19
Испания	0,3	20
Египет	0,2	21
Беларусь	0,2	21
Чехия	0,1	22
Колумбия	0,0	23

Таблица 2

**УДЕЛЬНЫЙ ВЕС ОСНОВНЫХ ТОРГОВЫХ
ПАРТНЕРОВ В ИМПОРТЕ ЗА 1999Г.**

Наименование страны	Удельный вес, %	Ранг, место
1	2	3
Россия	36,7	1
США	9,5	2
Германия	7,8	3
Великобритания	6,3	4
Япония	3,2	5
Турция	3,0	6
Италия	2,9	7
Нидерланды	2,7	8
Узбекистан	2,4	9

Продолжение табл. 2

1	2	3
Китай	2,2	10
Польша	1,7	11
Украина	1,6	12
Франция	1,5	13
Финляндия	1,3	14
Корея	1,3	14
Беларусь	1,1	15
Бразилия	1,0	16
Венгрия	1,0	16
Бельгия	0,8	17
Чехия	0,8	17
Индия	0,8	17
Кыргызстан	0,7	18
Швеция	0,7	18
Куба	0,6	19
Австрия	0,5	20
Канада	0,5	20

Необходимо обратить внимание на имеющиеся принципиальные различия во внешнеторговой политике нашей страны. В торговле с государствами ближнего зарубежья цены на некоторые виды энергоносителей и продукцию сырьевого назначения остаются ниже мировых, хотя и постепенно приближаются к ним, чем на цены, устанавливаемые для стран дальнего зарубежья. Это говорит о том, что наше государство придерживается гибкой ценовой политики в торговых отношениях со странами бывшего Союза и не хочет терять давние устоявшиеся интеграционные связи.

Всего за 1999 год, по данным таможенной статистики Казахстаном было экспортировано товаров на общую сумму 5592,2 млн. долларов США. При этом наблюдаются следующие данные в структуре экспортируемых товаров: машины и оборудование и другие промышленные товары, продукция химической промышленности, живые животные и продукты животного назначения, табак и алкогольные напитки, продукты растительного назначения составляют 16,3 % от общего объема экспортируемых товаров, а в основном экспортируются нефть, металлы, уголь и т.д. Так, за прошедший год в Италию было экспортировано нефти на 33,0 млн. долларов, меди — на 279,9 млн. долларов; в Великобританию: золота — на 90,4 млн. долларов; в Швейцарию: нефти — на 171,4 млн. долларов, золота — на 75,0 млн. долларов, серебра — на 41,7 млн. долларов; в Германию: нефти — на 70,6 млн. долларов, серебра — на 24,4 млн. долларов [3]. Из приведенных данных следует, что основную долю экспорта составляют энергоносители и продукция сырьевого назначения, что составляет миллиарды долларов, это свидетельствует о том, что у нас еще недостаточно налажено производство готовой продукции, для чего и требуется привлечение в страну дополнительных финансовых средств и инвестиций, использование новейших технологий, ноу-хау, лицензий и т.д.

Тем не менее, вопреки некоторым пессимистическим прогнозам, мы считаем, что произошедшее за

последние годы увеличение внешнеторгового товарооборота не превратит Казахстан в страну с односторонней экспортной ориентацией, зависимую от ведущих индустриально развитых государств. Стратегия Казахстана по использованию топливно-энергетических и природных ресурсов направлена на привлечение крупных стран к двустороннему и многостороннему сотрудничеству. Наша республика разумно и жестко отстаивает государственные интересы, экологию природной среды и справедливость при составлении контрактов и постепенно выходит на мировой рынок с экспортом промышленной продукции с высокой долей добавленной стоимости. Важным событием этого года и уходящего столетия явилось погашение Казахстаном государственного долга Международного Валютного Фонда, что в очередной раз доказывает необоснованность слухов о нецелевом использовании валютных кредитов и поднимает имидж и авторитет Казахстана в мировом сообществе. К позитивным моментам сегодняшнего дня можно отнести активизацию импортозамещающего роста в ряде промышленных секторов, значительное усложнение доступа зарубежных товаропроизводителей на внутренний рынок и сокращение импорта, рост прибыльности производства, а также постепенное финансовое оздоровление ряда предприятий.

В то же время основными проблемами еще остаются — обусловленный изменениями в экономической системе спад в некоторых отраслях промышленного производства, трансформация предприятий и разрыв традиционных связей, инфляция и недостаток капитала для новых инвестиций, невысокий уровень доходов и безработица. Необходимо обратить внимание на повышение конкурентоспособности казахстанских предприятий, поощряя, в частности, сотрудничество между ними и иностранными компаниями. Избранный подход к экономической стратегии покажет, добьется ли Казахстан обретения статуса крупной промышленной державы или останется в числе слабо развитых государств с нестабильной экономикой.

Возрождение реального сектора экономики может быть достигнуто посредством промышленного реструктурирования, приобретения передового опыта и технологий. Промышленная конкурентоспособность предполагает эту мобилизацию за счет собственных средств нашей страны и привлекаемых иностранных инвестиций.

Внедрение этих мероприятий будет способствовать экономической стабильности, стимулируя производственные вложения в материальную базу — станки, оборудование, промышленные технологии, стабилизирует занятость и повысит уровень доходов населения, расширит налоговую базу, содействуя развитию местной промышленности.

Кооперация с ведущими западными компаниями придаст импульс развитию экспорта продукции с высокой добавленной стоимостью, промышленных технологий и инноваций, а также мобилизации человеческих ресурсов и ориентации на потребителя.

Согласно имеющимся теориям ориентация на мировой рынок всегда должна и будет оставаться для РК, как и для других прогрессивных государств исключительно выгодным экономическим направлением, что

соответственно потребует экспортной структуризации национальной экономики более быстрыми темпами.

Процесс самостоятельного выхода производителей экспортной продукции и услуг на внешний рынок стимулировал развитие новых форм внешнеэкономической деятельности — прямых производственных связей с зарубежными партнерами и кооперацией на межфирменной основе, совместного предпринимательства, а также появление новых организационно-хозяйственных структур. Непосредственные контакты с внешним рынком выявили необходимость новых подходов и методов работы: повышение роли маркетинга и рекламы при разработке экспортной стратегии, знание и исполнение правил и процедур выхода на внешний рынок и внешнеторговых операций, а также инвестиционной деятельности и механизма государственного регулирования в стране и за рубежом.

Предполагается, что программа перехода к экспорту товаров с высокой долей добавленной стоимости, новых технологий, наукоемкой продукции должна содержать следующие мероприятия:

- разработку целевых программ стимулирования промышленного экспорта;
- развитие экспортного потенциала РК, включая совершенствование его структуры, повышение степени конкурентоспособности и увеличение доли наукоемкой продукции;
- стимулирование импортозамещения, включая производства, выпускающие новые перспективные виды продукции, посредством налоговых льгот и долгосрочных льготных кредитов на развитие производства и соответствующего механизма распределения иностранных кредитов и государственных инвестиций;
- привлечение прямых иностранных инвестиций с целью реструктурирования таких отраслей промышленности, как станкостроение, приборостроение, металлообработка, производство автоматических поточных линий и другого оборудования для легкой, пищевой, медицинской и других отраслей промышленности;
- использование валютных средств, вырученных от продажи сырья, нефти, газа и других природных ресурсов, для строительства дорог, и других средств коммуникаций, развития туризма, развития рыночной инфраструктуры;
- поддержку отечественного производства путем усиления таможенно-тарифных и нетарифных мер ограничения ввоза импортных товаров широкого потребления;
- формирование институтов страхования от политического и экономического риска;
- рационализацию импорта в целях изменения структуры экономики и обеспечения процесса модернизации основных средств производства, направленного на укрепление экспортной базы страны (закупка

комплектного оборудования и лицензий и др.).

Для того чтобы продукция казахстанских потребителей стала конкурентоспособной на мировом рынке, кроме предлагаемых мероприятий и знания нормативно-правовых аспектов, нашим предпринимателям следует также обратить внимание на изучение норм стандартизации, сертификации и метрологии на национальном, региональном и международном уровнях, правил маркировки продукции, международных информационных систем, классификаторов и стандартов продукции и услуг, а органам, ответственным за государственный контроль и надзор за соблюдением обязательных требований государственных стандартов и сертификации продукции, необходимо усилить эффективность госнадзора, активно использовать и внедрять опыт мировой практики.

Национальные системы внешнеторгового регулирования должны характеризоваться высоким уровнем законодательного обеспечения, определяющего права и обязанности субъектов внешнеэкономической деятельности, по возможности исключить непредсказуемость и создать стабильность во внешнеторговой политике государства. В современном механизме регулирования внешнеэкономической деятельности необходимо повышение степени оснащенности информационно-технической базы ее элементов и субъектов, способствующей ускорению потоков информации, ее обработки и созданию банков данных, а также комплексный подход к использованию многообразных взаимодополняющих и взаимосвязанных методов воздействия на внешнюю торговлю. Усиление вмешательства государства во внешнеторговую деятельность обусловлено необходимостью расширения внешнеэкономических функций предприятий и их зависимостью, как и экономики в целом, от международных масштабов — интернационализации и кооперации производства, от состояния внешних рынков, разнообразием мер регулирования внешнеэкономической деятельности в отдельных странах. Именно поэтому в настоящее время крайне важна долговременная государственная внешнеторговая стратегия, в которой в первую очередь при ее разработке и дальнейшей реализации должны учитываться национальные интересы РК и защита ее внутреннего рынка.

Стабилизация и развитие внешнеэкономических и внешнеторговых сфер экономики в Казахстане во многом будут зависеть не только от уровня экономической стабилизации в стране, но и от приведения механизма внешнеторгового регулирования к общепринятым в мировой практике нормам и принципам. Условия для осуществления равноправного внешнеторгового партнерства Казахстана с развитыми государствами могут быть созданы лишь при отлаженном механизме регулирования внешнеэкономической деятельности и законодательства в этой области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Назарбаев Н.А. Казахстан–2030. Послание Президента страны народу Казахстана // Казахстанская правда. 1997. 11 октября.
2. Наговицин А.Г. Внешняя торговля. М.: Русская Деловая Литература, 1999. 288 с.
3. Статистический пресс-бюллетень / Агентство Республики Казахстан по статистике. 2000. №1.

Прогнозные стратегии развития потенциала предприятия

Перспективы развития самостоятельных хозяйствующих субъектов во многом определяются эффективностью внутрисистемных управленческих решений. Такие решения в силу их особой значимости для предприятия принято называть стратегическими, а систему их подготовки, принятия и практической реализации — стратегическим планированием. Сами по себе функции и задачи стратегического планирования являются сложными и ответственными в любой сфере промышленного производства, но значения их, как и сложность методики получения вырабатываемых решений, многократно возрастает для предприятий машиностроения, призванных обеспечить активный производственный (и воспроизводственный) процесс в соответствии с запросами рынка и научно-техническими достижениями.

Стратегическое планирование стабильно и эффективно функционирующего предприятия подразумевает обеспечение решения целого комплекса взаимосвязанных задач управления, главными из которых являются маркетинговые исследования рынка; инвестиционное обеспечение производства за счет рациональной организации денежных потоков и заимствований; инновационное совершенствование научно-производственной базы, направленное на техническое перевооружение; создание и использование научно-технических, конструкторских и инвестиционных заделов, совершенствование структуры и состава кадрового потенциала.

Модели адаптации научно-производственного потенциала предприятия к определенным целям позволяют рассматривать траектории его устойчивого развития в течение заданного временного периода. Состояние предприятия в каждом году этого периода можно характеризовать системой технико-экономических показателей, а траектория — перечислением значений этих показателей в базовом году и по годам периода. На основе показателей возможен анализ как развития предприятия, задаваемого траекторией, так и сравнение траекторий между собой. Таким образом, каждая траектория будет представлять альтернативный вариант стратегии развития потенциала предприятия.

При моделировании необходимо выявить основные факторы, определяющие производственные возможности объекта, и технико-экономические показатели, достаточно точно характеризующие состояние и динамику развития предприятия. На первый план в этом случае выдвигается вопрос о гибкости развития предприятия — его способности без коренного изменения основных производственных фондов осваивать за установленные сроки выпуск определенного количества востребованных рынком изделий и тем самым выживать и развиваться. Рассмотрение предприятия именно с этой точки зрения необходимо, во-первых, для оценки результатов его деятельности в настоящем периоде, т.е. оценки меры достижения им необходи-

мых технико-экономических показателей. Во-вторых — для определения взаимосвязи предприятия и внешней среды, т.е. для выявления его способности планировать и прогнозировать процесс своего развития и обновления.

Изучение технико-экономических показателей деятельности промышленных предприятий Карагандинской области в 1997–1999 гг. показало, что выйти из кризисной ситуации и развиваться, наращивая объем выпуска продукции и вовлекая в производственный процесс практически весь свой промышленный аппарат, смогли завод по ремонту горно-транспортного оборудования УД АО «Испат-Кармет», АО «Машиностроительный завод им. Пархоменко» и АО «Карагандинский литейно-машиностроительный завод», благодаря инвестиционной поддержке со стороны АО «Испат-Кармет» и корпорации «Казахмыс». Завод РГТО освоил выпуск ленточных конвейеров, покрыв потребность в них шахт УД АО «Испат-Кармет», на шахты им. Ленина и «Шахтинскую» поставили монорельсовую дорогу протяженностью 2 км, изготовив ее совместно с чешской фирмой «Феррит». С этой же фирмой РГТО заключил договор на изготовление дизелевозов, которые заменяют шахтные электровозы. Это будут первые дизелевозы в РК, служащие для работ на наземной шахтной дороге. Совместно с АОЗТ «Каргормаш-ИТЭКС» завод РГТО освоил серийный выпуск новой механизированной крепи КМ-144, прошедшей испытание в городе Малахове и выдержавшей все параметры. Машиностроительный завод им. Пархоменко и АО «КЛМЗ» активно сотрудничают с корпорацией «Казахмыс», освоив ряд новых изделий, ранее ими не выпускавшихся.

Выйти на такой уровень развития предприятия сумели, несмотря на все трудности, с которыми им пришлось столкнуться в своей деятельности. Существенное значение на финансово-экономическое положение предприятий оказала труднодоступность ряда районов — потребителей продукции, приводящая к росту себестоимости выпуска продукции за счет энергетической и транспортной составляющих, удаленность предприятий от их партнеров по смежным технологическим операциям, а также от источников сырья. Издержки предприятий увеличились за счет включения в их состав расходов по содержанию социальной инфраструктуры, избыточной рабочей силы, неиспользуемого оборудования и производственных площадей. Только в период 1998–1999 гг. наблюдалась активизация продажи излишнего оборудования, освобождения от объектов социально-культурного назначения, сдачи в аренду производственных площадей (наибольший доход от этих операций получили АО «КЛМЗ» и АОЗТ «Каргормаш-ИТЕКС»). Условия внешней экономической среды ставили предприятия перед выбором: либо затягивать взаиморасчеты и накапливать взаимную задолженность, либо

сокращать сроки платежей путем установления цен ниже уровня себестоимости, что означало бы прямую убыточность продаж. Наибольшее влияние на экономические показатели деятельности предприятий оказала нехватка финансовых ресурсов. Дефицит собственных оборотных средств был вызван невозможностью осуществления продаж по ценам, покрывающим высокие издержки производителя. На платежеспособность предприятий оказал влияние недостаточный спрос покупателей, обусловленный их собственными высокими издержками как производителей экономических благ, а также внешними монетарными ограничениями. Удерживать свои рыночные позиции предприятия могут лишь благодаря мобилизации своих внутренних резервов, быстрой реакции на потребности потребителей и умению использовать производственный потенциал для перехода на выпуск пользующейся спросом продукции.

Модель оценки гибкости предприятия может быть описана формулой

$$Г = f(\Phi ЭУ_{обн}; С_{обн}), \quad (1)$$

где $Г$ — оценка гибкости предприятия;

$\Phi ЭУ_{обн}$ — финансовая устойчивость результатов работы предприятия, определяющая его возможности к обновлению за счет реинвестирования собственных средств;

$С_{обн}$ — способность к обновлению.

При выборе показателей, составляющих формулу (1), исходим из того, что их количество должно быть достаточным для отражения основных сторон состояния предприятия. Для первой составляющей можно принять показатели: величина активов и собственных средств предприятия; чистый доход и направления его использования; объем продаж; затраты на производство и реализацию. Для второй составляющей — время нахождения изделий на различных стадиях (НИОКР, освоения, реализации); номенклатура изделий, востребованная рынком. Формула модели принимает вид

$$Г = f[(ЭА; СС; О_{np}; ЧД; Н); (T_{nn}; T_{np}; n)], \quad (2)$$

где $ЭА$ — экономические активы;

$СС$ — собственные средства;

$О_{np}$ — объем продаж;

$ЧД$ — чистый доход;

$Н$ — норма дохода, направляемая на освоение (обновление) новых изделий;

T_{nn} — средний период подготовки к освоению новых изделий;

T_{np} — средний период реализации изделий;

n — номенклатура изделий, востребованных рынком или предлагаемая ему.

Финансово-экономическая устойчивость предприятия может быть рассчитана по формуле

$$\Phi ЭУ = ЧД / О_{np} \times О_{np} / ЭА \times ЭА / СС = ЧД / СС. \quad (3)$$

Этот показатель представляет собой произведение трех показателей, оценивающих рентабельность предприятия, используя показатель рентабельности продаж ($ЧД / О_{np}$); активность предприятия на рынке — с помощью показателя оборачиваемости активов ($О_{np} / ЭА$); рентабельность активов предприятия, применяя синтетический показатель рентабельности ак-

тивов ($ЧД / О_{np} \times О_{np} / ЭА$); платежеспособность — на основе показателя финансового рычага ($ЭА / СС$).

Далее определим долю дохода $\Delta Д$, направляемую на освоение (обновление) новых изделий:

$$\Delta Д = ЧД' / ЧД, \quad (4)$$

где $ЧД'$ — чистый доход, направляемый на финансирование обновления изделий.

Конечным этапом определения возможностей предприятия к обновлению за счет реинвестирования собственных средств является расчет синтетического показателя $\Phi ЭУ_{обн}$:

$$\Phi ЭУ_{обн} = ЧД' / СС. \quad (5)$$

С помощью формулы (5) определяют величину средств, направляемую на предпроектную подготовку, проектирование, освоение производства новых изделий относительно одного из важнейших показателей устойчивости положения предприятия — величины собственных средств.

Вторая составляющая формул (1) и (2) определяет способность предприятия к освоению в текущем периоде новых изделий, которые будут востребованы рынком в последующем. Показателем, благодаря которому можно оценить в числовом выражении способность предприятия к освоению новых изделий, является коэффициент обновления продукции. Этот коэффициент отражает способность предприятия перестраиваться в течение определенного времени T_{no} на выпуск новых изделий и продержаться определенное время T_{np} , необходимое для реализации этих изделий:

$$K_o = T_{no} / T_{np}. \quad (6)$$

При этом количество изделий, находящихся в освоении N , определяется как произведение K_o на номенклатуру продукции, требуемой рынком (n):

$$N = K_o \times n. \quad (7)$$

Используя формулу модели оценки гибкости предприятия, можно охарактеризовать возможные его состояния:

$$\begin{aligned} G_1 &= \Phi ЭУ_{обн} / N_i, G_2 = N_i \times G_{i+1}, \\ G_3 &= \Phi ЭУ_{обн\ i+1} / N_{i+1}, \end{aligned} \quad (8)$$

где G_1 — означает экономическое состояние предприятия в текущий период и раскрывает возможности проведения процессов обновления;

G_2 — показывает возможности развития предприятия в последующие периоды, близкие к циклам временных периодов обновления;

G_3 — отражает возможности предприятия в последующие, более длительные, чем циклы временных периодов обновления.

Предлагаемый методический подход к оценке гибкости предприятия с использованием комплексного критерия позволяет дифференцированно оценивать экономическое состояние предприятий и в значительной степени — их возможности. Кроме того, с его помощью представляется возможным описать необходимые для принятия решения в текущий и будущий периоды четыре его основные состояния.

1. Гибкое развитие: фактические значения устойчивости и способности к обновлению больше или равны нормативным. В этом случае производимая продукция востребована рынком и гарантировано

поступление средств на своевременное обновление изделий.

2. Финансовое благополучие: при фактическом значении показателя устойчивости (возможности) к обновлению выше нормативного и фактическом значении показателя способности к обновлению ниже нормативного. Устойчивость обеспечивается определенной группой изделий, а низкая способность к обновлению показывает, что предприятие может совершенствовать только часть изделий, требуемых рынку.

3. Состояние, близкое границе безупречности при фактическом значении способности к обновлению ниже нормативного и фактическом значении устойчивости к обновлению выше нормативного.

Эта самая типичная в настоящее время ситуация отечественных предприятий, когда они ограничиваются продвижением на рынок имеющейся продукции (часто не пользующейся спросом). Однако способность к обновлению оставляет им возможность при нахождении изделий, требуемых рынку, перейти к более гибкому состоянию.

4. Угроза банкротства: фактическое значение устойчивости и способности к обновлению ниже нормативного значения. В этом случае требуются останова производства и разработка мероприятий, обеспечивающих выход предприятия из кризиса.

Предлагаемая систематизация позволяет предприятию на научной основе разработать необходимые пути развития. При этом должны учитываться следующие факторы:

1. Синтез двух показателей — рентабельности продаж и оборачиваемости активов — отражает общую устойчивость и эффективность деятельности предприятия в целом.

2. Финансовый рычаг. Слишком большое привлечение заемных средств для формирования активов уменьшает устойчивость предприятия, а поэтому препятствует его гибкому развитию. Различные отклонения показателя в зависимости от его средней величины характеризуют эффективность финансово-экономических решений.

3. Норма дохода на освоение (обновление) новых изделий. Чем больше доля идущего на обновление дохода, тем выше темпы гибкости предприятия при определении величины средств, направляемых на эти цели.

4. Коэффициент обновления. Применение этого показателя позволяет предприятию планировать во

времени процесс освоения новых изделий, сводить к минимуму колебания ежегодной величины финансирования, вызываемые освоением различных групп изделий.

При обращении практически ко всем показателям их эффективность рассматривается и оценивается по отношению к активам или собственным средствам предприятия. Отсюда вытекает важность соответствия активов, их эффективности и производимой продукции.

Изложенный методический подход даёт возможность диагностировать экономическое состояние предприятия с учетом его возможностей (G_1). Дав оценку существующему периоду развития предприятия с использованием модели оценки гибкости, можно создать базу для дальнейшего и самого важного момента — прогнозирования гибкого развития предприятия — долгосрочного (G_2) и стратегического (G_3).

Применение рассмотренной методики на практике в целях анализа работы машиностроительных предприятий, производящих сложные изделия промышленного назначения по итогам их работы в 1996 г. показало, что из генеральной выборки 40% находились в различных частях области гибкого развития (от 2 до 74% к нормативному значению), а оставшиеся 60% имели нулевую гибкость [1].

Среди объектов настоящего исследования наибольшую маневренность своими ресурсами показал завод РГТО, у которого самый высокий удельный вес вновь освоенных изделий в общем выпуске продукции [2, 3, 4]. За сравнительно небольшой промежуток времени (с апреля 1997 г. по 1999 г.) будучи структурным подразделением УД АО «Испат-Кармет», предприятие смогло не просто загрузить технологическую модернизацию, которая сочеталась с разработкой и постановкой на производство новой продукции. Гибкость предприятия составила в 1998 г. 0,4%, а в 1999 г. — 0,15%.

Таким образом, проведенные расчеты показали, что комплексный критерий оценки гибкости предприятия и методическая база его расчета применимы и для предприятий угольного машиностроения. Определенные на его основе числовые значения могут служить базой для принятия текущих и перспективных решений по повышению экономической эффективности хозяйственной деятельности предприятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лунев В.Л. Практика и стратегия управления фирмой. М.: ЗАО «Финпресс», 1997.
2. Аубакирова Г.М. Методическое руководство по совершенствованию управления финансово-экономической устойчивостью промышленного предприятия в условиях рынка. Караганда: КарГТУ, 1999. 20 с.
3. Аубакирова Г.М. Экспресс-анализ финансово-экономической устойчивости предприятия // Труды университета. Вып. 4. Караганда: КарГТУ, 1999. С. 199–200.
4. Аубакирова Г.М. Управление финансово-экономической устойчивостью предприятия в условиях рынка // Труды междунар. науч. конф. «Наука образование — ведущий фактор стратегии Казахстан 2030». Караганда: Изд-во КарГТУ, 2000. С. 808–811.
5. Твисс Б. Управление научно-техническими нововведениями. М.: Экономика, 1989.

УДК 661.68.002.6:330.44(574)

Б.Ж. СПАНОВА

Балансовые модели процессов регулирования производства товаров народного потребления

Одной из основных задач современного этапа развития является усиление роли потребностей в деле регулирования производства товаров народного потребления (ТНП). Удовлетворение потребностей населения связано, прежде всего, с преодолением несбалансированности спроса и предложения потребительских товаров. В «Стратегии становления и развития Казахстана как суверенного государства» Президентом республики Н.А. Назарбаевым было отмечено, что «... в сфере материального производства для Казахстана приоритетным является насыщение рынка продовольствием и товарами народного потребления. ... Сегодня главная задача — возродить стимулы к труду. ... Единственный путь — товарного изобилия.»

Сегодня имеются определенные результаты.

С одной стороны, в определенной мере достигнуты некоторые стратегические цели реформ: полная макроэкономическая стабильность, о чем свидетельствуют низкий уровень инфляции и подконтрольный обменный курс валюты, создана почти рыночная экономика с полностью либерализованными ценами, приватизированной государственной собственностью, более или менее синхронно работающими товарными рынками. Самое главное, первый этап реформ в целом завершен, процесс перехода к рыночной экономике стал необратимым.

С другой стороны, за столь длительный срок преобразования экономики главная стратегическая цель реформ не достигнута, ради которой они проводятся и ради которой отказались от планового хозяйства — не создана эффективно функционирующая рыночная экономика с устойчивым экономическим ростом.

Как в условиях рынка воздействовать на предприятие? Что позволит установить и регулировать с помощью денежных доходов и цен объемные и структурные соотношения между платежеспособными потребностями на товары и их предложением? Таким инструментом должен стать баланс спроса и предложения товаров.

Балансовые модели как статистические, так и динамические, широко применяются при экономико-математическом моделировании экономических систем и процессов. В основе создания экономических систем лежит балансовый метод, т.е. метод взаимного сопоставления имеющих материальных, трудовых и финансовых ресурсов и потребностей в них. Если описывать экономическую систему в целом, то под балансовой моделью понимается система уравнений, каждое из которых выражает требование баланса между производимым и отдельными экономическими объектами количеством продукции, и совокупной потребностью в этой продукции. При таком подходе рассматриваемая система состоит из экономических объектов, каждый из которых выпускает некоторый

продукт, часть его потребляется другими объектами системы, а другая часть выводится за пределы системы в качестве ее конечного продукта. Если вместо понятия *продукт* ввести более общее понятие *ресурс*, то под балансовой моделью мы будем понимать систему уравнений, которые удовлетворяют требованиям соответствия наличия ресурса и его использования. Кроме приведенного выше требования соответствия производства каждого продукта и потребности в нем, спроса, можно указать такие примеры балансового соответствия, как соответствие рабочей силы и количества рабочих мест, платежеспособного спроса населения и предложения товаров и услуг и т.д. При этом соответствие понимается либо как равенство, либо, менее жестко, как достаточность ресурсов для покрытия потребности и, следовательно, наличие некоторого резерва.

Важнейшие виды балансовых моделей:

- частные материальные, трудовые и финансовые балансы для народного хозяйства и отдельных отраслей;
- межотраслевые балансы;
- матричные техпромфинпланы предприятий и фирм.

Из перечисленных видов моделей рассмотрим первый — баланс спроса и предложения. Предлагаемая балансовая схема представлена в виде следующей системы расчетов:

$$PO(I) = PS(I) + MO(I) + PT(I) + PTZ(I), \quad I = 1, 2, \dots, N, \quad (1)$$

$$PR(I) = RF(I) + VTZ(I), \quad I = 1, 2, \dots, N, \quad (2)$$

$$RF(I) = P(I) + Z(I), \quad I = 1, 2, \dots, N, \quad (3)$$

$$DIS(I) = PO(I) - PR(I), \quad I = 1, 2, \dots, N, \quad (4)$$

$$TZO(I) = TZ(I) + PTZ(I) - VTZ(I), \quad I = 1, 2, \dots, N, \quad (5)$$

где $PO(I)$ — потребность в i -м товаре (всего);

$PS(I)$ — платежеспособный спрос населения на i -й товар;

$MO(I)$ — мелкий опт по i -му товару;

$PT(I)$ — потери от уценки, естественной убыли и т.д.;

$PTZ(I)$ — пополнение товарных запасов до нормального уровня;

$PR(I)$ — предложения i -го товара (всего);

$RF(I)$ — рыночный фонд по i -му товару;

$P(I)$ — часть рыночного фонда за счет производства;

$Z(I)$ — часть рыночного фонда за счет завоза;

$VTZ(I)$ — вовлечение товарных запасов;

$DIS(I)$ — отклонения предложения i -го товара от его потребности (дисбаланс);

$TZ(I)$ — товарные запасы i -го товара;

$TZO(I)$ — остаток товарных запасов на конец прогнозного периода.

Устранение дисбаланса возможно за счет ресурсов

республиканского производства и дополнительного вовлечения товар–запасов страны и региона. В первом случае решается оптимизационная задача для года t , модель которой может быть представлена следующим образом.

Максимизировать

$$Y = C(1) \times (X(11) + X(12) + \dots + X(M1)) + \\ + C(2) \times (X(12) + X(22) + \dots + X(M2)) + \dots + \\ + C(N) \times (X(1N) + X(2N) + \dots + X(MN)), \quad (6)$$

$$X(ki) = F(k)(L(k), K(k)), \quad k=1, 2, \dots, M, \quad i=1, 2, \dots, N, \quad (7)$$

$$L(k) \leq L2(k), \quad k=1, 2, \dots, M, \quad (8)$$

$$L(k) \leq K2(k), \quad k=1, 2, \dots, M, \quad (9)$$

$$X(ki) \geq XO(ki) + DIS(i), \quad k=1, 2, \dots, M, \quad i=1, 2, \dots, N, \quad (10)$$

где $C(I)$ — средняя розничная цена i -го товара в году t ; $X(ki)$ — производство i -го товара k -м предприятием в году t ;

$XO(ki)$ — производство i -го товара k -м предприятием в отчетном году;

$L2(k)$ — заданная численность трудовых ресурсов k -го предприятия в году t ;

$K(k)$ — искомые капитальные вложения в деятельность k -го предприятия в году t ;

$KZ(k)$ — заданный размер (лимит) капитальных вложений в деятельность k -го предприятия в году t ;

$DIS(i)$ — дисбаланс спроса и предложения i -го товара в году t .

Поскольку аналитический вид целевой функции и ограничений носит линейный характер, то применяются методы линейного программирования. В результате решения данной задачи получим оптимальный план производства ТНП.

Таким образом, мы имеем оптимизационную модель (6)–(10). В результате решения задачи мы получим оптимальный план производства ТНП, который является основой для решения проблем оптимального распределения капитальных вложений по отраслям-товаропроизводителям, выпускающих ТНП, а также для корректировки баланса спроса и предложения ТНП предприятий. Балансовая схема учитывает такие факторы, как численность занятых и основных фондов предприятий, дисбаланс спроса и предложения ТНП, а также ограничения на основные фонды и трудовые ресурсы предприятий.

По оптимизационной модели (6)–(10) проводи-

лись пробные расчеты по некоторым товарам на предприятиях Карагандинской области. В них использовались данные по производству товаров, основным фондам и численности занятых с 1990 по 1997 гг. В результате решения задачи получен оптимальный план производства товаров, численности занятых и основных фондов предприятий, учитывающих дисбаланс спроса и предложения ТНП, а также ограничения на основные фонды и трудовые ресурсы предприятий.

Фактор, который не учитывает разработанная модель, — это налогообложение предприятий. Отчисления от прибыли в бюджет вычисляются по формуле

$$OT(K) = ALF \times ((X(K1) - MZ(K1)) + (X(K2) - MZ(K2)) + \\ + \dots + (X(KN) - MZ(KN))), \quad K=1, 2, \dots, M, \\ MZ(K1) = MZN(1) \times X(K1) + MZN(2) \times X(K2) + \dots + MZN(N) \times \\ \times X(KN), \quad K=1, 2, \dots, M,$$

где $((X(K1) - MZ(K1)) + (X(K2) - MZ(K2)) + \dots + (X(KN) - MZ(KN)))$ — прибыль K -го предприятия;

ALF — коэффициент отчислений от прибыли предприятия в бюджет, задаваемый в диалоговом режиме ЛПР;

$MZN(I)$ — норма материальных затрат на производство i -го товара.

Дополним разработанную модель этими вычислениями.

Использование информации окончательного варианта балансового спроса и предложения товаров возможно при формировании товарной политики республики, в частности, в процессе принятия программ по расширению производства и создания совместных предприятий по производству товаров народного потребления.

Необходимо подчеркнуть, что, решая задачу стабилизации потребительского рынка, очень важно использовать комплексный подход, т.е. производство товаров поставить в неразрывную зависимость от удовлетворения спроса покупателей. Отличительная черта предложенной методики моделирования производства ТНП состоит в том, что предложение товаров увязывается с их потребностью и существующий дисбаланс в товарах используется в ограничениях оптимизационной модели производства товаров народного потребления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федосеев В.В., Гармаш А.Н., Дайитбеков Д.М. Экономико-математические методы и прикладные модели. М.: ЮНИТИ, 2000.
2. Лотов А.В. Введение в экономико-математическое моделирование. М.: Наука, 1984.

УДК 338.23:336:621(574.3)

Г. М. АУБАКИРОВА

Оценка надежности финансово-экономической деятельности производственной системы

Состав и количественные характеристики финансово-экономических показателей производственной системы формируются, как на стадии создания предприятия, так и в процессе его эксплуатации, в процессе выпуска продукции. Совокупно эти характеристики

представляется возможным определить при оценке жизненного цикла предприятия или иной производственной системы. Функционирующая производственная система может быть оценена показателями ликвидности и платежеспособности, финансовой

устойчивости, деловой активности, доходности. И только совокупность этих показателей может характеризовать надежность производственной системы.

Основными положениями при оценке эффективности производственной системы с учетом ее потенциальности следует считать:

комплексный подход, обеспечивающий достаточный и обоснованный учет внешней и внутренней среды функционирования системы;

динамический подход, описывающий весь жизненный цикл объекта с учетом его связей с предшествующими и последующими явлениями и процессами, то есть соответствующие финансово-экономические результаты и затраты необходимо учитывать во времени, в динамике на протяжении всего изучаемого периода.

Надежность финансово-экономической деятельности, производственной системы — это вероятность того, что финансово-экономические функции будут выполняться в полном заданном объеме на протяжении планового периода работоспособности системы. При этом следует исходить из такого положения, что финансово-экономические условия работоспособности системы так же обязательны, как и надежность ее технического состояния. Очевидно, что производственная система при полной ее готовности не в состоянии достичь заданной цели, если она не будет обеспечена оборотными средствами, запасами, финансами и т.п. Значит, надежность экономической деятельности производственной системы так же обязательна, как и ее техническая надежность, и задачи системы могут быть решены только при их параллельном обеспечении.

Для отражения надежности финансово-экономической деятельности можно использовать довольно много расчетных показателей. Но самое главное, с одной стороны, чтобы эти показатели несли конкретный смысл, отражая основные грани работоспособности системы, ее функционального соответствующего состояния, и, с другой стороны, чтобы эти показатели можно было выразить в относительных величинах от 0 до 1 и перейти к коэффициентам готовности.

Довольно полно финансово-экономическую деятельность производственной системы отражают циклами хозяйственной деятельности, функциональным балансом, потребностью в оборотном капитале и денежных средствах. Функциональный баланс показывает на определенный момент времени источники средств предприятия и направления их использования в основных циклах хозяйственной деятельности: инвестиционном, текущих операций, денежном.

Инвестиционный цикл определяется последовательностью инвестиционных и деинвестиционных операций предприятия. Эти операции следуют друг за другом в ритме, который зависит от вида хозяйственной деятельности предприятия и от решений ее руководителей. Применение стратегии быстрого переоснащения материальной базы подразумевает, что потоки затрат финансируются не только из внешних источников, специально для этого предназначенных, но также за счет самофинансирования. Эти потоки приводят к увеличению в балансе, с одной стороны, стоимости внеоборотных активов, а с другой — величины постоянного капитала.

Цикл текущих операций обычно определяется рекуррентной (возвратной) последовательностью операций по снабжению, производству и сбыту. Средняя продолжительность цикла текущих операций зависит от вида и организации деятельности предприятия, а также отношений, которые предприятие поддерживает со своими клиентами и поставщиками. Вовлеченные в цикл текущих операций потоки средств и источников приводят к увеличению в балансе производственных запасов (материалов, товаров, незавершенного производства, готовой продукции), дебиторской и кредиторской задолженности.

Денежный цикл характеризуется операциями, связанными с управлением свободными денежными средствами предприятия. Сюда же относятся операции, связанные с покрытием в случае недостатка наличных средств краткосрочных финансовых потребностей путем привлечения кредитов по мобилизации дебиторской задолженности.

Данную методику анализа экономической деятельности предприятия легко использовать, но она совсем не так проста, как кажется: во-первых, возникают трудности в разделении инвестиционных и текущих операций; во-вторых, если понятие цикла, понимаемого как последовательность операций, воспроизводимых с определенной периодичностью, подходит для описания производственных операций, то это понимание цикла не подходит для описания инвестиционных и финансовых операций и совсем не отвечает описанию операций с денежными средствами. Таким образом, функциональный анализ опирается на моделирование финансово-экономической деятельности предприятия. При этом можно выделить три группы ее состояний, которые автономно могут быть различными показателями. К группам функционального состояния относятся:

- ликвидность и платежеспособность;
- финансово-экономическая устойчивость;
- деловая активность и доходность.

Применяя коэффициенты готовности по каждой группе, в дальнейшем с их помощью получают уровень надежности системы, выраженный в экономических показателях. Каждому из функциональных состояний системы соответствует их равновесие по финансам, финансово-экономической устойчивости и экономической доходности. Полное равновесное состояние любой из функций соответствует максимальному значению ее надежности ($P = 1$), по мере отклонения функций от их равновесных состояний надежность снижается ($P \rightarrow 0$).

Рассмотрим подробнее каждое равновесное состояние.

А. Готовность системы к ликвидности и платежеспособности (первое финансово-экономическое равновесие). В основе расчета надежности экономической деятельности производственной системы лежит ее имущественное состояние. Имущество или собственный капитал предприятия можно рассчитать по формуле

$$CK = A - KЗ, \quad (1)$$

где CK — собственный капитал;

A — активы;

$KЗ$ — кредиторская задолженность.

При проведении анализа используем методологическое положение, которое заключается в структурировании имущества предприятия и совмещении структуры экономических активов предприятия со структурой капитала. В данном случае критерием соответствия формы и содержания является финансово-экономическое равновесие, которое состоит, во-первых, в равенстве собственного капитала и нефинансовых активов и, во-вторых, в равенстве заемного капитала и финансовых активов.

С точки зрения кредиторов, финансово-экономическое равновесие предприятия заключается в вероятности того, может ли предприятие выполнить свои обязательства в срок. Поддержание финансово-экономического равновесия и уменьшение риска прекращения платежей требует определенного соотношения между степенью ликвидности активов и степенью возвратности кредиторской задолженности. Таким образом, понятие первого финансово-экономического равновесия (ликвидности и платежеспособности) отражает требования кредиторов к способности системы погасить долги, когда это необходимо. Готовность предприятия к экономическим действиям можно определить

– по коэффициенту готовности системы к действиям с учетом общей ликвидности:

$$K_2^1 = \frac{\zeta + \ddot{A}\zeta + \ddot{A}\dot{f}}{\hat{E}\zeta + \zeta + \ddot{A}\zeta + \ddot{A}\dot{f}}, \quad (2)$$

– коэффициенту готовности с учетом ограниченной ликвидности:

$$K_2^2 = \frac{\ddot{A}\zeta + \ddot{A}\dot{f}}{\hat{E}\zeta + \ddot{A}\zeta + \ddot{A}\dot{f}}, \quad (3)$$

– коэффициенту готовности системы с учетом ее платежеспособности:

$$K_2^3 = \frac{K\zeta + K\zeta''}{\hat{N}\hat{E}}, \quad (4)$$

где ζ — запасы;

$\mathcal{D}\mathcal{Z}$ — дебиторская задолженность;

$\mathcal{D}\mathcal{H}$ — денежная наличность;

$K\mathcal{Z}$ — кредиторская задолженность (краткосрочная);

$K\mathcal{Z}''$ — кредиторская задолженность (долгосрочная).

Для расчета интегральной готовности системы к действиям при первом финансово-экономическом равновесии исходим из параллельного сочетания событий (рис. 1)

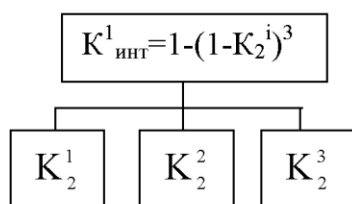


Рис. 1. События надежности производственной системы

Б. Готовность системы к финансово-экономической устойчивости (второе финансово-экономическое равновесие).

Такое состояние системы заключается в ее способности поддерживать функциональное равновесие между источниками средств и их использованием, учитывая стабильность и предназначение первых и вторых.

Функциональное равновесие предприятия взаимосвязано с понятием структуры функционального баланса, который должен показывать на определенный момент времени средства и их источники в каждом из трех циклов хозяйственной деятельности предприятия. Для каждого цикла может быть определен соответствующий показатель равновесия: функциональный чистый оборотный капитал — для инвестиционного цикла, потребность в оборотном капитале — для цикла текущих операций, денежные средства — для цикла денежных операций (табл. 1).

Таблица 1

ГОРИЗОНТАЛЬНАЯ СТРУКТУРА
ФУНКЦИОНАЛЬНОГО БАЛАНСА

Цикл	Использование средств	Источник	Соответствующий показатель
Инвестиционные показатели	Первоначальная стоимость внеоборотных активов	Собственные источники (включаются средства самофинансирования); займы	Функциональный чистый оборотный капитал
Текущие операции	Запасы; дебиторская задолженность, связанная с хозяйственной деятельностью; прочая дебиторская задолженность	Кредиторская задолженность, связанная с хозяйственной деятельностью, прочая кредиторская задолженность	Потребность в чистом оборотном капитале
Денежные операции	Наличные денежные средства	Банковские кредиты	Денежные средства

Функциональный чистый оборотный капитал измеряется как разница между постоянными источниками предприятия и их использованием на инвестирование [3]. Этот показатель характеризует влияние инвестиционного цикла на общее финансово-экономическое равновесие. Если величина функционального чистого оборотного капитала имеет положительное значение, то часть постоянных источников высвобождается для финансирования текущей деятельности; в противном случае финансирование инвестиций только частично обеспечивается за счет этих источников. Чистая потребность в оборотном капитале связана с текущими операциями с учетом запасов общей дебиторской и кредиторской задолженностей. Денежные средства — это показатель, сопоставляющий чистый оборотный капитал и потребность в оборотном капитале (потребность в текущем финансировании).

Управление денежными средствами трактуется денежные средства как зависимую переменную величину, уровень которой определяется соотношением между чистым оборотным капиталом и потребностью в нем, то есть увязывает его с инвестиционным циклом и циклом текущих операций. Функциональный чистый оборотный капитал, чистая потребность в оборотном капитале и денежные средства являются составляющими собственного финансового капитала [1, 2]. Чем выше доля этих составляющих в общем объеме собственного капитала предприятия, тем

устойчивее его финансово-экономическое положение.

Коэффициенты готовности системы к экономической деятельности, характеризующие второе финансовое равновесие, имеют следующий вид:

– по готовности системы к деятельности с учетом задолженности (как общей, так и более одного года):

$$K_2^1 = \frac{\hat{E}\hat{C}'' + \hat{E}\hat{C}'''}{C\hat{E} + \hat{E}\hat{C}'' + \hat{E}\hat{C}'''} \quad (5)$$

где K_2^1 , K_2^3 — кредиторская задолженность, долгосрочная и среднесрочная соответственно;

– по готовности системы к действиям с учетом маневренности:

$$K_2^2 = \frac{\hat{E}\hat{C}''' + CK - OC}{\hat{E}\hat{C}''' + CK} \quad (6)$$

где OC — основные средства предприятия.

Интегральный коэффициент готовности системы при ее втором финансово-экономическом устойчивом состоянии определяется как произведение частных коэффициентов готовности отдельных состояний системы (рис. 2):

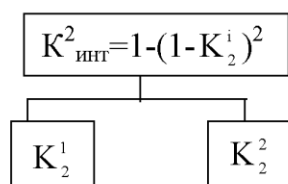


Рис. 2. Структура коэффициента готовности системы

В. Готовность системы к экономическим действиям при третьем финансово-экономическом равновесии заключается в ее способности получать стабильные результаты при определенных издержках производства.

Хозяйственная деятельность предприятия может быть охарактеризована различными показателями, основными из которых являются объемы реализации продукции (работ, услуг), прибыль, величина активов предприятия (авансированного капитала). В мировой практике оценивают динамику основных показателей по сопоставимым темпам их изменения. Эти соотношения называют «золотым правилом» экономики предприятия, в котором сохраняются следующие взаимосвязи:

$$T_{пб} > T_{оп} > T_a > 100\%, \quad (7)$$

где $T_{пб}$, $T_{оп}$, T_a — соответственно темпы изменения балансовой прибыли, объема реализации, суммы активов (капитала).

Данное соотношение трактуют следующим образом: во-первых, прибыль увеличивается более высокими темпами, чем объем продаж продукции, что свидетельствует об относительном снижении издержек производства и обращения; во-вторых, объем продаж возрастает более высокими темпами, чем активы (капитал) предприятия, то есть ресурсы предприятия используются более эффективно; в-третьих, экономический потенциал предприятия возрастает по сравнению с предыдущим периодом [3].

Коэффициенты готовности системы к экономическим действиям могут быть рассчитаны

– по рентабельности:

$$\frac{R}{Ua + R} \approx \frac{\hat{I} \hat{a}}{\hat{I} \hat{a} + Ua}, \quad (8)$$

– по прибыли:

$$\frac{R}{Oi} \approx \frac{\hat{I} \hat{a}}{\hat{I} \hat{i}}, \quad (9)$$

– по рентабельности собственного капитала:

$$\frac{\times \hat{A}}{\hat{N}\hat{E} + \times \hat{A}}, \quad (10)$$

– по себестоимости продукции:

$$\frac{C\hat{d} \cdot \hat{i}}{\hat{N}\hat{d} \cdot \hat{i} + C\hat{p}\hat{d} \cdot \hat{a} \cdot \hat{i} \cdot \hat{d}}, \quad (11)$$

где R — результат хозяйственной деятельности;

Ua — итог актива баланса;

$Пв$ — валовая прибыль (доход);

$Оп$ — объем продаж;

$Чд$ — чистый доход;

$Ср.п.$ — себестоимость реализованной продукции;

$З.ср.г.пр.$ — средние запасы годовой продукции.

Интегрированный коэффициент готовности производственной системы к экономическим действиям (третье финансово-экономическое равновесие) определяется как произведение частных коэффициентов готовности отдельных состояний этой системы, отобранных для анализа.

Результативность производственной системы в виде готовности ее к действиям будет зависеть от параллельного сочетания всех трех финансовых равновесий. Поскольку на практике добиться полной готовности системы к финансово-экономическим действиям под влиянием различных, странных и неопределенных факторов не представляется возможным, то общий интегральный коэффициент готовности системы можно определить через параллельное состояние сочетание коэффициентов ее готовности по каждому из трех финансово-экономических равновесий (рис. 3).



Рис. 3. Структура коэффициентов готовности системы при параллельном сочетании ее элементов

Анализ работы машиностроительных предприятий Карагандинской области за 1995–1999 гг., показал, что их готовность к экономическим действиям оставалась крайне низкой. Как свидетельствуют данные табл. 2, объекты исследования находились в разном состоянии готовности (от 0 до 38 %).

Хотя и незначительное, но все-таки имеет место увеличение коэффициента готовности по АОЗТ «Каргормаш-ИТЭКС» и АОЗТ «КЛМЗ» в 1998–1999 гг. Это связано с тем, что потребители продукции АОЗТ «Каргормаш-ИТЭКС», которые заказывали горношахтное оборудование еще в 1994–1999 гг., смогли его выкупить лишь в 1998–1999 гг. Кроме того, у

предприятия возросло количество договоров с российскими заказчиками, что позволило активизировать производственную деятельность, загрузив простаивающее ранее оборудование. Этому же способствовало налаживание связей с российскими предприятиями по обеспечению «Каргормаш-ИТЭКС» металлом требуемого количества и типоразмера. Улучшение положения на АОЗТ «КЛМЗ» связано прежде всего с переходом его в доверительное управление корпорации «Казахмыс». Последовавшие за этим укрепление материально-технической базы предприятия, реализация части остатков готовой продукции и незавершенного производства, увеличение заказов со стороны как корпорации «Казахмыс», так и других потребителей, привели к улучшению экономических показателей деятельности АОЗТ «КЛМЗ» и, как следствие этого, увеличению коэффициента готовности предприятия.

Таблица 2

ЗНАЧЕНИЕ ИНТЕГРАЛЬНОГО КОЭФФИЦИЕНТА ГОТОВНОСТИ ПО МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫМ ПРЕДПРИЯТИЯМ КАРАГАНДИНСКОЙ ОБЛАСТИ В 1995–1999 гг.

Год	Завод по ремонту горно-транспортного оборудования (РГТО) УД АО «Испат-Кармет»	АОЗТ «Каргормаш-ИТЭКС»	АОЗТ «Карагандинский литейно-машиностроительный завод»	АОЗТ «КМЗ им. Пархоменко»
1995	0,0210	0,0439	0,0013	0,0030
1996	0,0295	0,0012	0,0010	0,0004
1997	0,0402	0,0048	0,0047	0,3810
1998	0,0037	0,0335	0,0231	0,1153
1999	0,0039	0,1032	0,0185	0,0031

Завод по ремонту горно-транспортного оборудования (РГТО) УД АО «Испат-Кармет» и АОЗТ «Карагандинский машиностроительный завод им. Пархоменко» в период с 1998 по 1999 гг., активно занимались освоением новых видов продукции по заказам УД АО «Испат-Кармет» и корпорации «Казахмыс». Поскольку большая часть вновь освоенных изделий ранее предприятием не выпускалась, затраты на их изготовление оказались достаточно высокими. Финансово-экономические показатели предприятий в этот период ухудшились по сравнению с предшествующим периодом именно по причине перехода на выпуск новой для них продукции.

Более глубокий анализ финансово-экономического положения исследуемых предприятий показал, что, несмотря на существующие проблемы, машиностроительные заводы обладают потенциальными возможностями наращивания объемов производства, освоения новой продукции, а значит, укрепления своих рыночных позиций.

Использование интегрального коэффициента готовности производственной системы к экономическим действиям позволяет научно обоснованно и достаточно дифференцированно оценивать финансово-экономическое состояние предприятий, и в значительной степени — их возможности. Методическая база его расчета применима для разных отраслей промышленности, а определенные на его основе числовые значения финансово-экономических показателей могут послужить базой для принятия текущих и перспективных решений по повышению экономической эффективности хозяйственной деятельности предприятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аубакирова Г.М. Экспресс-анализ финансово-экономической устойчивости предприятия // Труды университета. Вып. 4. Караганда: КарГТУ, 1999. С. 199–200.
2. Аубакирова Г.М. Управление финансово-экономической устойчивостью предприятия в условиях рынка // Труды междунар. науч. конф. «Наука образование — ведущий фактор стратегии Казахстан 2030». Караганда: Изд-во КарГТУ, 2000. С. 808–811.
3. Коласс Б. Управление финансовой деятельностью предприятия. М.: ЮНИТИ, 1997.
4. Нысанова С.М. и др. Методические рекомендации по оценке рисков инвестиционных проектов. М.: МТСУ, 1996.
5. Поршнев А.Г. Управление инновациями в условиях перехода к рынку. М.: РИЦЛО «Мегаполис-Контакт», 1993.