

Раздел 1

Методические и социологические аспекты совершенствования учебно-воспитательного процесса

УДК 66.3(2)К
Ш.К. КАШИКОВ

Основные теоретические проблемы книги Н. Назарбаева «В потоке истории»

Каждый год, как особая веха исторического пути человечества, оставляет о себе неизгладимую память. Оглядываясь на пройденный молодым и в то же время древним казахским государством путь, можно проследить определенную закономерность нашей долгой истории — она проходила под знаком единства казахов. В этой связи на рубеже веков и тысячелетий мы остро ощущаем необходимость такой связи прошлого с настоящим, старших поколений с теми, кто только вступает в жизнь.

Если ставить вопрос в более предметной плоскости и отвлечься от сугубо внешних воздействий, то поле национального действия определяется и формируется тремя факторами:

- механизмами национальной интеграции и дезинтеграции;
- сохранением и развитием независимой государственности. Это — развитие и реальное функционирование казахского языка в качестве государственного; территориальная целостность;
- в практическом смысле очевидно, что политические идеи не могут «висеть в воздухе». Здесь необходимо ясное понимание, в так называемых, «локомотивных группах» казахской нации.

Наша история знает, и это не раз высказано нашими предками, что человек становится общественно значимым и полезным, лишь умея сверять любое свое деяние с уроками прошлого и интересами будущего.

Казахский народ имеет достойное прошлое, является наследником могучих кочевых империй от тюркских каганов и Белой орды до Казахского ханства и современной независимой Республики Казахстан. Этот путь освещен «В потоках истории».

Изумительным изобретением человечества являются книги, в которых увековечиваются история, знания и опыт человечества. Великое дело — иметь свою письменность. Письменность тюрков берет свое начало из далекой истории древности, доказательством чего могут служить памятники орхон-енисейской письменности. По своей исторической периодизации ее можно сопоставить с письменностями древних государств Закавказья.

Ярким примером осмысления нашего прошлого и настоящего стал выпуск книги Н. Назарбаева «В потоке истории». В этой книге делается попытка ответить на вопросы: кто мы и откуда, куда несет нас поток истории? В то же время мы должны помнить о пяти веках казахской истории, если начинать с момента возникновения казахской государственности. Кроме того, нельзя забывать и об исторической колыбели всех тюркских народов — Тюркском каганате, охватывающем временной промежуток 1500 лет. Особая ценность книги заключается в том, что в ней поднят пласт истории продолжительностью в шесть тысяч лет.

Если говорить реалистично, то у нас не было объективного освещения нашей истории. Близкими к объ-

ективности являются отдельные статьи английских, немецких и французских ученых в XVIII и XIX веках. И то они стали гласными для нас с начала 90-х годов XX века; к более объективным по освещению истории казахов относятся труды Вельяминова-Зернова, Левшина, отчасти академика Бартольда, Аристов.

Особо необходимо остановиться на книге Л.Н. Гумилева «Древние тюрки». В ней исследованы закономерности возникновения, развития и гибели державы древних тюрок. Автор уделил большое внимание широкому кругу исторических проблем (политической и экономической жизни, их быту и религии), а также географическому размещению кочевников Средней Азии на рубеже двух эпох — древности и средневековья.

«В потоке истории» мы находим ответы на давно интересующие нас вопросы: как возникли тюрки и почему исчезли, оставив свое имя в наследство многим народам, которые отнюдь не являются их потомками?

Для понимания этих проблем сделаем небольшое историческое отступление.

В свое время арабы стали называть тюрками всех воинственных кочевников к северу от Согдианы, и те приняли это название, ибо первоначальные носители его и после исчезновения с лица земли стали образцами доблести и героизма для степняков. В дальнейшем этот термин еще раз трансформировался и стал названием языковой семьи. Так сделались «тюрками» многие народы, никогда не входившие в Великий Каганат (VI и VII века). Некоторые из них, такие как туркмены, османы, азербайджанцы, даже не были монголоидами. Другие были злейшими врагами Каганата: курыканы — предки якутов и киргизы — предки саков. Третьи сложились раньше, чем сами древние тюрки, например, балкарцы и чуваш.

Попытки осветить эту проблему объективно, путем анализа только политической истории или путем социальных отношений, делались неоднократно, но они не дали положительных результатов. Книга Н. Назарбаева «В потоке истории» в этой связи имеет огромное историко-экономическое значение для нашей Родины. Древние тюрки, несмотря на их огромное значение в истории человечества, были малочисленны, и тесное соседство с Китаем и Ираном не могло не отразиться на их внутренней жизни. Следовательно, экономическая, социальная и политическая история этих стран тесно переплетена, и поэтому для восстановления хода событий надо обратить внимание на политические изменения в этих странах. Не меньшую роль играли изменения экономической конъюнктуры, в частности, связанные с высоким или низким уровнем вывоза китайских товаров, и заградительные мероприятия иранского правительства.

Поскольку границы Тюркского каганата в конце VI в. сомкнулись на западе с Византией, на юге — с Персией и даже Индией, а на востоке — с Китаем, то, естественно, что перипетии истории этих стран связаны с судьбами тюркской державы. Ее образование стало в какой-то мере переломным моментом в истории человечества, потому что до сих пор средиземноморская и дальневосточная культуры были разобщены. Бескрайние степи и горные хребты препятствовали отношениям Запада и Востока. Эти препятствия были преодолены.

В этой ситуации тюрки играли не только роль посредников, но и одновременно развивали собственную культуру, которую стали противопоставлять культуре Китая, Ирана, Византии и Индии. Эта своеобразная степная культура имела древние традиции и более глубокие корни, чем культура соседних стран, хотя не все культурные ценности дошли до наших дней. Причина, конечно, не в том, что тюрки и другие кочевые племена были менее одарены, чем их соседи, а в том, что предметы их материальной культуры — войлок, кожа, дерево и меха — сохраняются хуже, чем камень. Поэтому среди западноевропейских ученых возникло ошибочное мнение, что кочевники, по выражению французского ученого Виолле-де-Дю, были «трутнями человечества».

Ныне проводимые археологические раскопки, только на территории Казахстана, не говоря уже о всей территории Тюркской империи, говорят о том, что наша письменность оказалась очень древней. Имеется в виду орхоно-енисейская. «Золотой человек» — его можно поставить рядом с шедевром мировой культуры — золотой маской египетского фараона Тутанхамона. Поэма «Кюльтегин» — чистота ее языка, структура построения предложения, рифмосложение намного выше подобных «Слов...», «Домостроев».

Память — категория нравственная. Долгие годы по указке сверху мы чествовали подлинных и мнимых героев разных стран и народов, порой лжегероев, нередко забывая при этом о своем славном историческом прошлом. Только с приобретением государственной независимости это стало возможным.

В этой связи Н. Назарбаев говорит: «Если мы хотим быть государством и строить нашу государственность надолго, то важно понять истоки духовности народа». И поэтому он начинает завершающую часть книги с пословицы казахов: «Жеті атасын білмеген ер жетесіз, жеті ғасыр тарихын білмеген ел жетесіз», что в переводе означает: «Сын, не знающий семерых своих предков, — бестолочь, народ, не знающий свои прошлые семь веков, — без поводыря или без будущего».

В этой части книги Нурсултан Абишевич систематизирует историческое, экономическое и духовное развитие нашей страны в течение 6 тысяч лет, которые разделены на двенадцать этапов.

К первому этапу он относит освоение всей территории сегодняшнего Казахстана неисчислимыми племенами древних ариев-скотоводов. Сохранившиеся комплексы Синташты и Аркаим в Южном Приуралье являются материальным свидетельством воплощенного духа народа того времени.

Второй этап. Примерно 4–5 тысяч лет назад центр истории ариев постепенно перемещается на юг, с Южного Урала в долину Инда. На нашей территории осталось, пожалуй, единственное святилище тех лет урочище Тамгалы, более поздним памятником являются царские курганы саков Иссык, Бесшатыр.

На третьем этапе (3–4 тысячи лет назад) на Востоке, в пригобийских степях, на нашей территории, часть пришлых хунских народов, объединяясь с культурой древних ариев, создает основу двух хунно-гунских империй.

Четвертый этап охватывает нашу 1,5-тысячелетнюю историю. В этот период потомки хуннов — тюр-

ки-поркуты рода Ашина с плато Ардос вносят новую струю в духовную жизнь местных жителей. На этой новой волне и образуется первый Тюркский каганат — Вечный Эль.

На пятом этапе, 1300–1100 лет назад, духовный центр тюркских народов перемещается на Восток, на Орхоно-Енисей. Сохранились памятники государства древних киргизов, рунические надписи Тюньюкука, Кюль-Тегина на орхоно-енисейских каменных стенах. Естественным продолжением тюркского национального духа стал в X веке эпос «Манас».

Шестой этап. 1100–900 лет назад с Юго-Запада на территорию Казахстана начинает проникать мощная волна арабско-исламского духа. В этот период рунические письма ранних тюрков заменяются арабской вязью. Новая волна с Юго-Запада оказывает влияние на формирование мировоззрения культурно-политической элиты народа. К ним можно отнести Аль-Фараби с Сырдарьи, Юсуфа Баласагуна с Семиречья и Махмуда Кашгари.

Аль-Фараби сыграл роль тюркского Платона в Центральной Азии и не только в Центральной Азии. «Благодатное знание» («Кутадгу билиг») Юсуфа Баласагуна — это первое дошедшее до нас светское сочинение тюркоязычных народов Казахстана и Средней Азии. Словарь тюркских наречий «Диванлугат-ат-тюрк» Махмуда Кашгари — это первая тюркская энциклопедия XI века.

Все названные имена — гордость не только казахов, тюркоязычных народов, но и всей мировой цивилизации.

К седьмому этапу отнесен XI век. Он ознаменован наиболее сильным духовным светом из Туркестана. Первый суфий из тюрков Ходжа Ахмет Яссауи сформулировал национальную духовную систему для всех тюркских народов Центральной Азии, в том числе и Казахстана.

Именно через учение Яссауи ислам стал духовным образом жизни казахов. Мавзолей Ходжа Ахмета Яссауи стал символом казахской государственности, а в более позднее время выполнял роль общенационального пантеона, в котором хранятся прахи великих представителей казахского народа.

Восьмой этап (XII–XIV вв.). Это этап начала первой великой драмы наших предков — нашествия монголов. Господствовавшие до этого времени тюркизм, огузизм степняков частично стерты из памяти народа.

К девятому этапу отводятся XV–XVII века. Это этап формирования первого Казахского ханства (примерно 1466 год) и духовного подъема народа. Именно с этого времени подвластный ханству народ стал называться казахами как внутри страны, так и среди соседей.

В этом историческом периоде, в первой половине XVII века, три великих бия трех жузов — Толе би, Каздауысты Казыбек би, Айтеке би вместе с ханом Тауке создали исторический документ «Жеті жарғы» — семь заповедей, семь установлений, кодекс обычного права — первый юридический документ казахов.

На этот этап приходится 250-летнее нашествие жунгаров. Благодаря усилиям вышеназванных биев казахский народ объединился для отпора, и в решительной битве наши предки отстояли свою независимость.

Десятый этап (XVII–XIX вв.) был очень тяжелым

периодом для казахского народа. Шли тяжелые, изнурительные бои за сохранение самостоятельности.

Единство народной воли было воплощено в Аблай хане. Подвиги Аблай хана-объединителя стали опорой возрождения казахского духа в этот жестокий век.

В эти века произошли многочисленные восстания за самоопределение, объединение казахов против общего врага — российского самодержавия. Среди них можно назвать восстания под предводительством Сырыма Датова, Кенесары Касымова. Подобных восстаний было сотни.

Именно в конце этого этапа на горизонте казахского небосвода появляются яркие духовные звезды — Чокан и Абай.

Духовность нашего народа находилась в состоянии постоянного конфликта своих глубинных ценностей с ценностями метрополии. Казахский народ был подчинен логике чужого социума и культурно-цивилизационного комплекса. Однако наши предки также глубоко понимали, какой путь нужно избрать, чтобы идя на отдельные компромиссы, не потерять главного — идентичность народа, его внутренние ценности, сотворенные им за века.

Именно такое конструктивное начало народного духа выражали в своих кюях Курмангазы, Таттимбет, Даулеткерей, певец Биржан, народная поэтесса Сара. Ибрай Алтынсарин был первым апостолом народного просвещения Казахстана.

Период от начала XX века до середины 80-х годов Нурсултан Абишевич отводит к *одиннадцатому этапу* нашей истории. К этому времени Российская империя рушится и у нашего народа появляется возможность получения независимости. Первую такую попытку предприняли в 1917 году лидеры «Алаш-Орды» Алихан Букейханов, Мыржакып Дулатов, Ахмет Байтурсынов. Среди них был молодой Алихан Ермеков.

Завершающую часть своей книги (*двенадцатый этап*) «В потоке истории» Нурсултан Абишевич начинает с середины 80-х годов XX века. Этот этап отмечен Желтоксаном 1986 года. Наш Желтоксан был началом борьбы за завоевание независимости бывших союзных республик СССР. Потом были Тбилиси, Вильнюс.

Итак, за всю историю наш народ оказывался в составе шести империй: первая и вторая — хунно-гунская империя; 1,5 тысячи лет тому назад (потомки хуннов) — Тюркский каганат (Вечный Эль) — это третья империя; период завоевания чингисидов можно отнести к четвертой империи; между XVII и XIX веками казахский народ был в объятиях пятой империи — России; после Октябрьской революции Казахстан входит в состав шестой империи — СССР. Рухнула и шестая империя.

Наша страна получила свою независимость. Но издревле доказано, что свято место пусто не бывает. Окажемся ли мы в следующей (седьмой) империи или продолжим самостоятельное развитие, осуществляя многовековую мечту наших отцов, дедов, наших далеких предков, зависит от нас — ныне живущих.

Завершая книгу «В потоке истории», Нурсултан Абишевич Назарбаев обращается к нам со словами: «И эта задача предстает перед нами не только и даже не столько как величайшая возможность, а как суровая необходимость».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Назарбаев Н. В потоке истории. Алматы: Атамұра, 1999. 296 с.
2. Бартольд В. Новые исследования об орхонских памятниках // ЖМНП. 1896. Вып. 9–19.
3. Бартольд В. Киргизы. Фрунзе, 1943.
4. Басаков Н. Тюркские языки. М., 1960.
5. Бернштам А. Социально-экономический строй орхон-енисейских тюрков в VI–VIII вв. Л., 1946.
6. Гумилев Л. Древние тюрки. М., 1993.
7. Дестунис С. Византийские историки. СПб., 1960.
8. Маргулан А.Х. Казахская юрта и ее убранство / VII Международный конгресс антропологических наук. М., 1964.
9. Тынышпаев М. Материалы к истории киргиз-казахского народа. Ташкент, 1925.

УДК 378+37.013

Л.В. КОЛЕСНИКОВА

Роль этнокультурного образования в формировании межэтнической адаптированности студенческой молодежи

Происходящие в Казахстане преобразования, связанные со сменой политической системы и государственного устройства, с осуществлением социально-экономических реформ, основываются на приверженности республики демократическому курсу, обеспечивающему условия свободы каждого гражданина и стабильность полиэтнического государства в целом. В Республике Казахстан законодательно закреплены гарантии прав и свобод людей, развиваются идеи гуманизма и межнационального согласия. Однако, перемены в общественном сознании не происходят автоматически со сменой политических и экономических систем. «Это явление, — отмечает Президент Н. А. Назарбаев, — гораздо серьезнее и сложнее, поскольку связано с глубинными процессами социальной жизни, изменениями мировоззренческих установок, психологических стереотипов, да и самого уклада жизни общества и каждого человека в отдельности» [1].

Изменения в структуре этнического самосознания затрагивают весь комплекс представлений этносов о себе, ценностные ориентации и установки по отношению к другим этносам, идеи и взгляды, связанные с осознанием своего места среди других этносов, этнические стереотипы, представления о культуре, историческом прошлом, языке. Данные структурные изменения непосредственным образом оказывают влияние на характер межэтнических отношений.

Межэтнические отношения — одна из важнейших проблем общественного бытия. Взаимодействие этнических культур характеризуется внутренней противоречивостью. С одной стороны, в ходе взаимного усвоения элементов культуры происходит развитие интеграционных процессов, сопровождающихся взаимным обогащением культурными ценностями, а с другой — наблюдается усиление этнического самосознания и стремление к закреплению этнической специфики [2].

Н.Ж. Байтенова [3], анализируя этнические процессы, отмечает, что в условиях современного казахстанского общества, когда преобладает дезинтеграционный процесс и наблюдается бурное этническое возрождение, наиболее актуальным типом этнических процессов является межэтническая интеграция. В процессе межэтнической интеграции происходит определенное сближение этнических групп, появление общих черт, но при этом сохраняется этническое своеобразие. Данный этнообъединительный процесс

означает образование межэтнической, метаэтнической общности с общим самосознанием. Автор отмечает, что современные межэтнические процессы в Казахстане еще рано называть интеграционными, они более соответствуют предынтеграционному периоду. В настоящее время происходит в большей степени процесс адаптации всех этносов Казахстана к тем изменениям, которые произошли в политической, социальной, духовной сферах, культуре, быте, в ценностных ориентациях и образе жизни.

Сложности переходного периода развития общества, существующие национальные и межнациональные противоречия оказывают определенное влияние на процессы адаптации к новым условиям.

К.Е. Кушербаев [4] отмечает, что несмотря на то, что в каждом отдельном обществе характер межэтнических отношений имеет свою специфику и обусловлен особенностями взаимодействия конкретных этносов данного общества, существуют общие факторы межэтнической конфликтности, которые классифицируются по основным сферам общественной жизни. Среди данных факторов ученый выделяет: состояние экологии и разделение природных ресурсов, этнодемографическую ситуацию (особенности расселения народов, миграционные процессы), политические, социально-экономические (возникновение диспропорций в социально-экономическом развитии этносов вследствие особенностей разделения труда на этническом, региональном и отраслевом уровнях; резкое понижение уровня жизни, социальное расслоение по этническим признакам; степень участия этнических групп в приватизации), культурные (ситуация в языковой сфере, состояние образовательной системы, проблемы этнической истории, деятельность средств массовой информации), психологический и внешнеполитический факторы (территориальные претензии, проблемы границ, стабильность или нестабильность соседних и пограничных регионов и стран). Ученый подчеркивает, что все данные факторы особенно конфликтногенны в обществах переходного типа.

Специфика современного этапа развития общества требует учитывать влияние на межэтнические отношения одного из главных культурных факторов — образования. Система образования призвана создавать условия для познания культуры других народов, воспитания толерантных отношений между людьми,

принадлежащими к различным этнокультурным общностям, позволяет снимать предубеждения и негативные установки. Одним из условий гарантии межэтнической стабильности и согласия является такая система образования, которая соответствует этнической и культурной структуре государства, обеспечивает равные права в удовлетворении этнокультурных образовательных потребностей людей разных этнических групп, формирование межэтнической адаптированности и этнокультурной образованности личности.

О.С. Сабденов [5], анализируя роль образования в современных условиях развития Казахстана, указывает, что система образования республики должна претерпеть коренные реформы на всех этапах в соответствии с изменениями, произошедшими в государственном устройстве, сфере экономики, производственных отношениях. Она должна отвечать современным требованиям развития общества и государства.

Возрастание роли образования и профессионализма в жизни общества всегда сопровождается усилением и усложнением межэтнических контактов. Бурный рост национального самосознания, наблюдающийся в последние годы, ставит вопрос формирования у полиэтнической молодежи правильных ориентиров в жизни. Сегодня система образования призвана направить свои усилия на воспитание у молодого поколения любви к Родине, гордости за народ, интернационализма и высокой культуры межнационального общения [6].

Современные педагогические реалии требуют, с одной стороны, учитывать в образовании этнокультурный фактор, с другой — создавать условия для познания культуры других народов, воспитания толерантных отношений между людьми, принадлежащими к различным этносам, конфессиям, расам.

Глубокие изменения в мире и казахстанском обществе требуют новых подходов к этой проблеме, которые может обеспечить этнокультурное образование при условии творческого освоения накопленного опыта.

Цель этнокультурного образования состоит в формировании человека, способного к активной и эффективной жизнедеятельности в многонациональной и поликультурной среде, обладающего развитым чувством понимания и уважения других культур, умением жить в мире и согласии с людьми разных национальностей, рас, верований, межэтнически адаптированного к новациям в этносфере.

Основными задачами Концепции этнокультурного образования в Республике Казахстан, решение которых осуществляется в разных частях этнокультурного образовательного пространства, являются:

- глубокое и всестороннее овладение учащимися культурой своего собственного народа, что является непременным условием интеграции с другими культурами;
- формирование у учащихся представлений о многообразии культур в мире и Казахстане, воспитание позитивного отношения к культурным различиям, обеспечивающим прогресс человечества и условия для самореализации личности;
- создание условий для интеграции молодого поколения с культурами других народов;

- развитие умений и навыков продуктивного взаимодействия с носителями различных культур;
- воспитание молодежи в духе мира, терпимости, гуманного межнационального общения [7].

Наряду с определением главных задач этнокультурного образования в Концепции подчеркивается важность проведения серьезных научных исследований с целью изучения механизма формирования межэтнической адаптированности учащейся молодежи.

В нашем исследовании мы рассматриваем межэтническую адаптированность личности как ее потенциальную способность адаптироваться в различных социальных ситуациях межэтнического взаимодействия. Межэтническая адаптированность личности к новациям 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.).

В процессе межэтнической адаптации осуществляется непосредственное или опосредованное взаимодействие людей разной этнической принадлежности, этнических групп между собой и с многоуровневой полиэтнической средой, направленное на взаимоприиспособление 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.

Сегодня сфера высшего образования является одной из важных в обеспечении адаптации личности к новациям в этносфере. Студенческая молодежь — это наиболее образованная и перспективная часть населения, во многом определяющая будущее государства. Учет в учебно-воспитательном процессе вуза таких методологических принципов Концепции этнокультурного образования, как 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 развития индивидуумом человеческой и национальной самобытности; программный и комплексный подход к решению проблемы, учет различных сторон сложных процессов многонационального культурного бытия, является необходимым условием формирования межэтнической адаптированности студенческой молодежи.

В настоящее время формирование межэтнической адаптированности студентов к современным этнореалиям осуществляется в вузе в большей степени спон-

танно — в ходе изучения отдельных аспектов этнической проблематики по ряду учебных дисциплин, а также в ходе воспитательных мероприятий этнокультурной направленности. С целью совершенствования учебно-воспитательного процесса вуза в плане формирования межэтнически адаптированной студенческой молодежи необходима система целенаправленного педагогического управления формированием межэтнической адаптированности студентов, что позволит придать процессу межэтнической адаптации личности осознанный характер и исключить негативные проявления самоадаптирования, вызванные недостатком специальных знаний и умений.

Целью педагогического управления межэтнической адаптацией студентов в вузе должно явиться формирование межэтнической адаптированности на основе развития личностных средств механизма межэтнической адаптации, а именно: когнитивно-аксиологических (формирование знаний и научных основ межэтнического взаимодействия; знаний сущности и механизма межэтнической адаптации, условий ее оптимизации), эмоционально-мотивационных (развитие стремлений к проявлению толерантности; развитие положительной направленности межэтнических установок; развитие мотивов адаптивной дея-

тельности), поведенческих (формирование умений, необходимых для эффективной адаптивной деятельности в полиэтнокультурной среде).

Теоретическая и практическая разработка данной проблемы требует решения таких вопросов, как совершенствование системы высшего образования, создание условий для реализации задач культурного и лингвистического плюрализма, сочетание мирового уровня технической и информационной оснащенности образования с традиционными культурными ценностями; совершенствование форм и методов патристического и интернационального воспитания в вузе, формирование положительной направленности межэтнических установок студентов и развития черт поликультурной личности; определение условий преемственности целенаправленного формирования межэтнической адаптированности личности в системе институционального (школы, колледжи, вузы) этнокультурного образования, а также определение форм взаимосвязи институциональной, внеинституциональной и неформальной частей этнокультурного образовательного пространства в формировании личности, способной эффективно адаптироваться к новациям в этносфере.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Назарбаев Н. Идеиная консолидация общества — как условие прогресса Казахстана. Алматы: ФПИ Казахстан XXI в., 1993. 32 с.
2. Казахстан-2030. Алматы: Юрист, 2000. 94 с.
3. Байтенова Н.Ж. Межэтническая интеграция (социально-экономический анализ). Алматы: Санат, 1998. 208 с.
4. Кушербаев К.Е. Основы этнополитологии. Алматы: Институт развития Казахстана, 1996. С. 32–33.
5. Сабденов О.С. Наука. Образование. Рыночная экономика. Алматы: Білім, 1994. 160 с.
6. Асылбеков М.Х., Козина В.В. Демографические процессы современного Казахстана. Алматы: Атам-ра, 1995. 128 с.
7. Концепция этнокультурного образования в Республике Казахстан // Учитель Казахстана. 1996. 14 авг.

УДК 101.1:316

С.Б. БАЛШИКЕЕВ

Совершенствование профессиональной культуры управления в переходный период общества

Глубокие перемены, происходящие в Казахстане, порождают новые условия, средства и формы профессиональной деятельности, фактически полностью трансформируется профессиональная деятельность органов управления. Стремительность общественных перемен налагает особую социальную ответственность на руководителей любого ранга и уровня. Сложность и многообразие происходящих процессов требует от него адекватной реакции в выработке и реализации стратегии управленческих действий в нетрадиционных, по сути, экстремальных условиях. Становление управленца-профессионала нового типа связано с осознанием им роли и места своей профессии в обществе, совершенствованием личной профессиональной культуры.

Понятие профессиональной культуры управления не является традиционным, закреплённым в словарях и не имеет четких определенных границ. В исследованиях, посвященных этому, появляются новые парадигмы и методы. В политологической, социологической, экономической, юридической литературе куль-

тура встречается в самых разных проекциях и представлена различными дефинициями: управленческая культура, профессионально-нравственная культура труда, профессиональная этика, профессионализм и т.д. [1,2]. Эмпирическое восприятие каждого из них можно идентифицировать с понятием профессиональной культуры, нельзя отрицать также их взаимопроникновения и взаимосвязи по ряду параметров.

Анализ отдельных единиц смыслового поля культуры как целостного феномена в рамках комплексного и системного подхода помогает избежать традиционных ошибок его определения с частными проявлениями, аспектами, формами и типами, фрагментизации и частичной девальвации каких-то из них. Специфические виды культуры, рожденные в единой социокультурной системе, характеризуют, обогащают и раскрывают ее ценностный, творческий и знаковый потенциал и технологию человеческой деятельности.

Культурная доминанта, присутствуя в профессиональной культуре управления, имеет свою специфику, закономерности организации и функционирования.

Будучи сложным общественным феноменом, профессиональная культура управления характеризует поведение и отношение людей, социальных групп и в то же время распространяется на все другие явления в обществе. Как одно из проявлений власти, управление пронизывает все сферы общественной жизни, где обязательно присутствуют руководители и подчиненные. Вопрос о том, насколько становление новой культуры управления адекватно ситуации в обществе, волнует не только специалистов-исследователей и профессионалов-управленцев, но и всех тех, кто так или иначе находится в той системе общественных отношений, образующих объект управления.

Развитие тоталитарного государства не нуждалось в культуре как легитимирующей силе и не требовало научно-теоретических разработок по ее совершенствованию вообще и культуры управления в частности, так как социальное воспроизводство переставало зависеть от приверженности граждан «правлящим ценностям», для него было достаточным исполнения приказов.

Культура управления, будучи инвариантной определенностью различных сфер социума, представляет собой целостное единство духовных компонентов (управленческое мышление, сознание, знание оценки и ориентации, методологии и т.д.) и практической деятельности. Как феномен, культура управления на различных уровнях общего и особенного, аккумулирует в себе существенные элементы экономической, политической, нравственной культуры, а также культуры труда и производства, что дает ей возможность выступать в роли качественной характеристики практической деятельности в процессе общественного развития, так как социальные качества управленческие отношения. Ввиду всевозрастающей функциональной значимости этого вида общественных отношений состояние их культуры также является структурно-функциональной характеристикой общественного развития в целом.

В наше понимание культуры мы вкладываем осознание ее как социальной, целостной памяти общества, культуры как программы действия. Культура хранит и транслирует исторически сложившиеся программы социальной жизни, генерирует новые программы как результат человеческого творчества. «Феномен культуры, — отмечает В.С. Библер, — все более сдвигается в центр, сосредоточие бытия человека, пронизывает все события жизни и сознания людей...»[3].

Актуальность данной проблемы для казахстанского общества в современный период обусловлена двумя причинами. Во-первых, потребностями общественного реформирования, в котором культура управления играет значительную роль. Исходя из исторического опыта практический интерес к содержанию управления определяет сегодня всеобщее нежелание оказаться в «королевстве кривых зеркал» и жить по его законам. Во-вторых, в потребности развития собственной теории социального управления. Важнейшей проблемой здесь является становление новой профессиональной культуры, определение эффективных механизмов ее динамики. Сущность этой проблемы состоит в том, что управленческая культура традиционных (тоталитарных и посттоталитарных)

образцов не соответствует реальной ситуации в обществе и имеющемуся в мировом сообществе опыту управления. Появление и развитие многочисленных совместных предприятий потребовало становления и сосуществования различных управленческих культур как западного, так и восточного образцов, обусловило их взаимопроникновение.

Границы профессиональной деятельности управления в данный момент расширились и сегодня, очевидно, трудно ограничиться анализом ее бытия лишь в привычных схемах кадровой политики, стиля и методов руководства. Необходим более глубокий анализ механизмов становления и динамики профессиональной культуры управления. Многие вопросы, такие как, например, о способах трансформации профессиональной культуры управления, ее носителях, о соотношении национальной управленческой культуры с зарубежным опытом, не получили пока детальной разработки ни в теории культуры, ни в теории управления. Это, на наш взгляд, объясняется недостаточным исследованием данного феномена.

Ситуация ломки социальных стереотипов при переходе нашего общества к рыночным отношениям требует глубокой всесторонней систематической и аналитической интерпретации, а также прогнозирования механизмов повышения профессиональной культуры управления как общесоциологического явления.

Высокий уровень профессиональной культуры управления может быть достигнут вследствие включения национальной культуры в процессы гуманизации и демократизации, являющиеся общекультурными универсалиями.

Дорога к общекультурным универсалиям пролегает через их глубокое осмысление, где особая роль отводится интеллектуальной деятельности субъекта, что в свою очередь не отвергает гуманистических и демократических принципов деятельности управленческого персонала, воспринимаемых как основные отправные точки в любом действии и решении.

Наиболее адекватным для современных условий средством и способом становления субъекта-профессионала является его ориентация в культурном пространстве, его интеллектуальная деятельность как процесс, направленный на способности мышления, общекультурную мыслительную подготовку, что в свою очередь соотносится с саморазвитием субъекта управленческой культуры. Необходимость процесса интеллектуализации вызвана реальными потребностями общества в выработке и обосновании новых программ профессиональной деятельности. Интеллектуальная культура — неотъемлемая и необходимая часть общей культуры и именно на интеллектуальную культуру в становлении управленца-профессионала возлагают надежды многие исследователи.

Особенность интеллектуальной культуры состоит в том, что она сама по себе является объектом глубокого и всестороннего анализа. «Образ» интеллектуальной культуры включает понятия интеллекта и культуры. Выделяя дефиницию «интеллектуальная культура», мы восходим от функционального понятия к понятию «интеллект», понимая под ним прежде всего способность субъекта, как носителя интеллекта, к решению задач и получению новых знаний. Харак-

теристика интеллектуальной культуры может быть представлена на основе глубоких знаний о мышлении и познании, которые в свою очередь также являются объектом многих исследований.

Интеллектуальное развитие субъекта, рассматриваемое как средство достижения его профессиональной компетентности, способ его самоопределения, является одним из важнейших компонентов профессиональной культуры данного субъекта. Профессионализм и интеллектуальная развитость субъекта управления совершенствуются одновременно, всегда присутствуя в самосознании и самоопределении личности, эти процессы порой могут меняться местами, выступая один относительно другого как сущности и явления, но в целом в современный период интеллектуализация субъекта управления приобретает перво-степенное, архиважное значение. Интеллектуальный потенциал общества неоднороден, в различные исторические периоды его многочисленные разновидности играют существенную роль в субъектах цивилизации и культуры.

Будучи сложным и динамичным явлением, интеллектуализация призвана не просто развивать мыслительные способности субъекта управления, а через осмысление личностью самого себя и своих действий, должна способствовать ее самосознанию и самопознанию, что является одной из ведущих ценностей человека. Отношение к себе предполагает согласование многих позиций, которые осознает субъект, оно формирует самоопределение личности относительно той или иной ее роли в управлении. Самоопределение субъекта управления не может происходить изолированно от конкретной ситуации и вне деятельности той

профессиональной группы, к которой субъект принадлежит и которая создает или фиксирует какую-либо конкретную ситуацию, в социальной системе.

Интеллектуализация, развивая сознание личности, одновременно развивает ее активность, творческий потенциал, и менее всего самоопределение формируется по схемам подражания. Данный процесс способствует становлению личности как субъекта активного действия в управлении, а не функционера-носителя тех или иных социальных ролей.

Социальная ответственность профессионала-управленца заключается не просто в принятии и передаче объекту управления готовых решений или в знании «правильных» ответов на все случаи жизни, это профессиональная группа, способствующая активности объекта управления, его осознанному личностному участию в управленческой деятельности на благо общества или той социальной группы, к которой он относится. В целом интеллектуальная деятельность предполагает определенный запас знаний, составляющих тот слой интеллектуальности, который уже является частью интеллектуальной культуры и выступает основой саморазвития субъекта управления. «Привить» общекультурные универсалии насильно в качестве норм поведения кому бы то ни было невозможно, но думается, что они могли быть поставлены в качестве целей и достижимы в ходе развития профессиональной культуры через те же самые процессы — гуманизацию и демократизацию, выступающих средством и механизмом трансформации социальной системы. Без учета всех этих процессов может произойти «неотвратимый процесс деградации, адекватно который охарактеризовать можно лишь на языке эсхатологии» [4].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Браков Е.А., Влахучикас Х., Лоуренс П. и др. Можно ли управлять предприятием вместе? М., 1990. 135 с.
2. Пихало В.Т. Культура управления современным производством. М.: Знание, 1988.
3. Библер В.С. От наукоучения — к логике культуры: Два философских введения в XXI век. М.: Политиздат, 1990. С. 10.
4. Вопросы философии. 1997. №2. С. 52.

УДК 398.9

Б.Р. ОСПАНОВА

Некоторые аспекты жанровых особенностей благопожеланий

В последние годы значительно возрос интерес к фольклору как к ценному источнику изучения жизни, быта, художественной культуры народа. Историческое изучение фольклора немыслимо без рассмотрения того, как возникают жанры, развиваются и распадаются. Есть много серьезных оснований подходить к разрешению данной проблемы по-особому.

Жанр — это вид или, точнее, тип внутренней композиционно-структурной организации произведений, нераздельно сопряженной с воплощением и передачей содержания определенного общественного и жизненно-бытового назначения [1]. Поэтические жанры возникают в процессе исторического развития искусства. Для определения признаков жанра важно понять назначение его в жизни народа. В истории фольклора постоянно происходил и происходит процесс накопления и кристаллизации весьма живучих жанровых форм. Проблема жанра становится проблемой рожде-

ния и развития жанровых систем как видов художественного познания реальности в ее самых разнообразных диалектических связях и зависимостях. Жанры отличаются друг от друга разнообразными конкретными способами отражения реальности. Они есть разные способы и виды образного воспроизведения реальности в слове.

По-разному складываются в наше время судьбы традиционных жанров казахского фольклора. Одни из этих жанров (песни, пословицы) устойчиво сохраняются, другие (сказки) уже исчезают из современного народного быта. Происходит это по целому ряду причин, и среди них едва ли не главная — соответствие фольклорных традиций этнографической среде, условиям материальной и духовной жизни народа. Там, где традиции жанра вступают в противоречие с новой исторической действительностью, с новыми формами жизни и быта народа, наблюдается процесс отмирания

и угасания жанра. Возрожденные традиции могут жить только в том случае, если они будут передаваться из поколения в поколение.

Мы попытаемся уяснить некоторые аспекты жанровых особенностей казахских слов-благопожеланий (*бата сөз*). В частности, проведенный нами анализ позволит выявить различия между словами-благопожеланиями и пожеланиями, словами-благодарностями, проклятиями и т.д.

В истории казахского фольклора, в трудах многих исследователей благопожелания не раскрыты полностью как отдельно взятый самостоятельный жанр. Поэтому мы попытаемся рассмотреть благопожелания (*бата сөз*) как самостоятельный жанр, а при определении их жанровых своеобразий постараемся обратить внимание на одно важное обстоятельство. Оно заключается в трудно различимом сходстве и позволит выявить специфические особенности благопожеланий в сравнении с другими малыми жанрами устного творчества. Таким образом, давая жанровую характеристику словам-благопожеланиям, мы постараемся дать определение каждому из названных видов, четко указать обстоятельства, ситуацию их применения.

По нашему мнению, слова-благопожелания, имея большую содержательную нагрузку, в корне разнятся от простых пожеланий, благодарностей, проклятий и завещательно-назидательных слов. Разумеется, все эти виды (жанры) связаны своим появлением с определенными событиями, действиями, обычаями и обрядами, устремлениями к добру, к лучшему. В то же время каждый из них содержит присущее лишь ему содержание, идейную нагрузку, их появление и применение обуславливается определенным местом и обстоятельствами. В народе известно, что благопожеланиями — благословляют, благодарности, проклятия — произносят, желания — высказывают, назидания, завещания — оставляют в наследство.

БЛАГОПОЖЕЛАНИЕ И ПОЖЕЛАНИЕ

Бытующие среди народа фразеологизмы: «*Балаңның бауы берік болсын*» (Пусть крепкими будут пути ребенка), «*Тойың тойға ұлассын*» (Пусть пиршество будет продолжительным), «*Жолың болсын, жолдасың Қыдыр болсын*» (Доброго тебе пути, пусть спутником твоим будет святой Кыдыр), «*Еңбегің жемісті болсын*» (Да будет труд твой удачным, результативным), «*Береке — бірлік болсын*» (Да будет достаток и единство), «*Қазаның майлы болсын*» (Пусть казан твой лоснится от жира), «*Марқұмға иман берсін, өздеріңе өмір берсін*» (Да ниспослет покойнику добрую память, живым долгую жизнь) и другие. Они возникли из бытового уклада и верований народа, свидетельствуя о широком диапазоне применения пожеланий. Пожелание — это своеобразный общечеловеческий ритуал, который сопровождает человека по всей его жизни: от колыбели до последнего жизненного мгновения. В ответ на высказанные пожелания звучат: «*Айтқаның келсін*» (Да будет все сказанное), «*Тілегің періштенің құлағына шалынсын*» (Пусть услышат твои пожелания ангелы-хранители) и другие не менее значимые слова. Слова-пожелания, отличаясь лаконичностью, являются постоянными фразеологизмами, несущими в себе глубокий смысл и содержание. Пожелания чаще всего высказываются в 3 случаях:

1. Пожелания добра и поздравления.

Выразитель пожеланий на торжествах или на празднествах, проводимых в связи с определенными ритуалами, обрядами, поздравляя других, как бы подчеркивает свое с ним единство, свою сопричастность к радости адресата. Это видно из пожеланий: (Пусть праздник будет бесконечным), «*Босағасы берік болсын, шаңырағы биік болсын*» (Пусть крепкими будут остоны и недостижимым будет шаңырак), «*Қуаныш құтты болсын*» (Пусть благословенной будет радость), «*Қырман қызылға толсын*» (Пусть обильным будет ваш ток) и другие. В этих пожеланиях — искреннее чувство, добрые намерения и добрые слова.

2. Группа пожеланий высказывается в честь добрых дел человека, его дастархана, при пожелании счастливого пути. Здесь, желая человеку благополучия, богатства, здоровья, как бы проявляются гуманистические идеалы, которые свойственны народу в целом. Например: «*Еңбегің жемісті болсын*» (Пусть труд твой будет отрадным), «*Оң сапар болсын*» (Доброго пути), «*Балалы-шағалы бол*» (Пусть множатся потомки), «*Ас дәмді болсын*» (Пусть сладостной будет пища), «*Қажығаң қандансын*» (Удачной тебе охоты).

3. Успокаивающие пожелания.

На определенном периоде жизни человека постигают неудачи, затруднения или горе. В этот момент появляются пожелания, в которых высказывают сочувствие, сопереживание. Человеку дают понять, что необходимо быть мужественным, сильным, не поддаваться горю, тем самым как бы разделяют его горе, пытаясь поддержать его душевное равновесие: «*Байлық қолдың кірі деген, басың аман болсын*» (Богатство, что грязь на руках, лишь бы сам был здоров), «*Балашағаңның садағасы болсын*» (Пусть будет жертвой за твоих детей), «*Қайғыңа ортақпыз*» (Разделяем твоё горе), «*Марқұм иманды болсын*» (Пусть благословенным будет покойник), «*Арты той болсын*» (Пусть радостными будут последующие дни).

Вышеприведенные примеры, наряду с особенностями пожеланий, показывают идею, глубокое содержание. Способностью в емкой форме выражать конкретную мысль пожелания имеют сходство с русскими тостами. Словам-пожеланиям, в отличие от благопожеланий, не свойственны стихотворные формы, поэтическое оформление, философское умозаключение. Пожелания почти всегда кратки, не превышают двух строк, хотя встречаются и развернутые формы, связанные с определенными верованиями. Но они в корне отличаются от слов-благопожеланий.

БЛАГОПОЖЕЛАНИЯ. СЛОВА БЛАГОДАРНОСТИ. ПРОКЛЯТИЯ

Как слова-пожелания, так и слова благодарности, проклятия напрямую связаны с душевным состоянием человека. В отличие от благопожеланий слова благодарности адресуются конкретной личности и выражают признательность за оказанные услуги, добро, конкретные действия. Если смотреть поверхностно, то пожелания и благодарность не отличаются друг от друга, а для того чтобы их различить, необходимо обращать внимание на содержание.

Например, нетрудно понять, что фразеологизмы «*Жасың ұзақ болсын*» (Пусть будет долгим твой век), «*Қатарыңның алды бол*» (Будь первым среди сверст-

ников), «*Көп жаса*» (Живи долго), «*Алланың нұры жаусын*» (Да снизойдет на тебя милость аллаха) относятся к благодарностям. «*Ел аман, жұрт тыныш болсын*» (Пусть люди будут во здравии, земля в спокойствии), «*Қадамың құтты болсын*» (Пусть будет добрым твой шаг) относятся к категории пожеланий. Если в пожеланиях превалирует морально-психологическое начало, то в благодарностях — этико-воспитательный аспект. В благопожеланиях все вышеназванные компоненты, как бы сливаясь воедино, рожают законченное, философское содержание, истоки которых восходят к вере магической силы слова.

Полной противоположностью к словам-пожеланиям и благодарностям относятся слова-проклятия. Проклятия произносятся в момент ссоры, раздора, ненависти, мстительного намерения. Например, «*Жолың болмағыр*» (Пусть неудачной будет дорога), «*Шешек келгір*» (Пусть постигнет тебя оспа), «*Желкең қиылғыр*» (Пусть недолгим будет твой век), «*Көзің шықсын*» (Да лишишься ты зрения), «*Тілің кесілсін*» (Пусть отрежут тебе язык). Проклятия, как и пожелания, благодарность, появившиеся с определенными бытовыми обрядами и обычаями, являясь отдельным жанровым видом, имеют своеобразную специфику. Пожелания, благодарность, проклятия высказываются в различных определенных ситуациях, и автором (изрекателем) может быть любой человек. От этих слов не требуется соблюдения ораторского мастерства, поэтической воздейственности, что необходимо при благопожеланиях. Благопожелания исходят, в основном, от всеми уважаемого, умудренного жизненным опытом аксакала, от знатных людей, известных добрыми делами, талантом, добропорядочностью.

Высказать искреннее пожелание, благопожелание было свойственно не только казахам, но и родственным карачаевцам, татарам, алтайцам. Они называют это «*алғыс*», «*алғыш*», «*алқышылар*». Учитывая общность жизненных укладов этих народов, с целью сближения терминов устного творчества, мы считаем возможным назвать благопожелания общим термином «*алғыс*», — заявляет ученый-фольклорист Б. Уахатов [2]. Может быть, одной из причин, подвигнувших автора на такое умозаключение явилось то, что пожелание, благодарность, проклятие, назидание как самостоятельные виды жанров фольклора не находили место в классификационной системе, а благопожелания (*бата сиз*), которые являются одним из содержательно насыщенных жанров, вообще остались в стороне от научного внимания. Только лишь в 1990 году Ш. Ибраев в альманахе «*Әлем*» (Вселенная) [3] определил им место в квалификационной системе, сгруппировав их в «обрядово-бытовые песни».

Можно удостовериться, что светлое благопожелание от благодарности, недоброжелание (*теріс бата*) от проклятия отличаются по содержанию, значению, идее и организационной структуре. Они отличаются также по мотивам их применения, ситуациям.

Пожелания, слова благодарности, проклятия никто не выпрашивает. В зависимости от обстоятельств, взаимоотношений их может произнести любой человек. А благопожелания, применительно к обстановке, в честь дастархана, во время поминальных или торжественных пиршеств, в честь добрых дел и начинаний,

в соответствии с верованием об их осуществлении просят у известных, почитаемых народом лиц.

У казахского народа есть традиция: посещение семьи умершего с целью выражения благопожелания. Поддержать семью, которую постигло горе, выразить соболезнование, оказать моральную поддержку издавна являлось неукоснительным правилом поведения любого казаха.

Пожелание, благодарность, проклятие произносятся человеком любого возраста, чего не скажешь о благопожеланиях. Во-первых, в присутствии старшего по возрасту молодые не выражают благопожелания. Это, наверно, происходит от народного понимания, что человеку, умудренному жизненным опытом, есть что сказать в назидание молодым, и эта традиция старшинства не нарушалась. Во-вторых, в присутствии мужчин, женщины никогда не выступали с благопожеланиями. Но бывали и случаи нарушения этих канонов, когда с благопожеланиями обращалась всеми почитаемая мать семейства, гордость того или иного рода. Кроме того, в соответствии с бытовавшими обрядами, зять не мог выражать благопожелания. В-третьих, в соответствии с верованиями казахов при выражении благопожеланий, соблюдаются и определенные приоритеты. У казахов право произнесения благопожеланий предоставляется, прежде всего, гостю. Например, «*Қырықтың бірі — Қыдыр*» (Один из сорока — святой Кыдыр). При этом обращаются к тому, кому по положению положено выступить первым, и при этом порой возраст не служит препятствием. Среди народа существуют понятия: «сын старшего брата», «его первенство», «потомки одного деда», «наследник большого шанырака». Все эти понятия как бы регламентируют последовательность, очередность выступлений. В народе считается зазорным, если в присутствии человека из старшего жуза выступит другой (скажем, из среднего жуза). Но в то же время нельзя категорически утверждать, что это незыблемый закон. Встречаются случаи, когда, почитая старшего, право благопожелания предоставляется человеку, занимающему определенное служебное положение, ранг.

Как показало сопоставление, можно смело утверждать, что слова-благопожелания по своему содержанию, идейной направленности, структуре, в отличие от слов благодарностей, проклятий, относятся к значительному и объемному жанру устного народного творчества.

БЛАГОПОЖЕЛАНИЯ

И НАЗИДАТЕЛЬНО-ДИДАКТИЧЕСКИЕ ПЕСНИ

В отличие от благопожеланий, назидательно-дидактические песни, неся нагрузку наставительного, заветного, назидательно-воспитательного характера, выражают завершенное умозаключение, основанное на богатом жизненном опыте народа. Назидательные стихи обладают философско-дидактическим содержанием: большими мыслями, стремительной мечтой, возвышенной мудростью и содержат в себе определенную цель. Нередко их именуют и крылатыми словами. При сопоставлении их с благопожеланиями видно, что назидательно-дидактические песни более близки к жанру фольклора — пословицам и поговоркам. Не случайно в некоторых изданиях из-за этого сходства применяется сочетание благопожела-

ния-назидания. Возможно, причиной такого сближения понятий служит соответствие философских умозаключений и то, что благопожелания и назидания очень часто связаны с именами конкретных выдающихся личностей. В то же время, как пожелания, слова благодарности, проклятия произносятся любым человеком в зависимости от ситуации. Разумеется, между назиданиями и благопожеланиями имеется существенная разница. Если благопожелания рождаются в соответствии с определенными жизненными укладами, традициями, бытовыми обстоятельствами, обрядами, то назидания относятся к фольклорному жанру и не обуславливаются определенными обрядами, традициями. К тому же между ними существуют тематические, содержательные, идейные различия. Например, в нижеследующем благопожелании:

*Бер десең, міне саған бата:
Дарысын Қызыр ата,
Қыдырық қияласын,
Періштең ұяласын
Құдайың жарылқасын
Қызығың арылмасын ...* [4]

...Коль ждешь, вот тебе мое благопожелание:
Пусть будет с тобой Кызыр ата
И не минует святой Кыдыр.
Пусть ангелы кружат над тобой,
И благосклонен будет создатель,
И радость твоя будет неиссякаемой

— адресату желают всех благ, богатства, достатка, долгой жизни.

А в назидательно-завещательном стихотворении:

<i>Ата – анаңның қадірін</i>	<i>Маңайдағы дұшпанды</i>
<i>Балалы болғанда білерсің,</i>	<i>Тыон жеткенде білерсің.</i>
<i>Ағайынның қадірін</i>	<i>Қона берсе жер тозар</i>
<i>Жалалы болғанда білерсің</i>	<i>Шаби берсе ел тозар,</i>
<i>Дәулетінің қадірін</i>	<i>Жасай берсе ер азар</i>
<i>Мол кеткенде білерсің.</i>	<i>Ер азғанда ел азар ...</i> [5]

Бесценность отца и матери В мраке ночном ты ощутишь
Поймешь сам, родителем став. Врагов, окруживших тебя.
Близость родных кровей Долголетняя жизнь дымгиту не впрок,
Поймешь, изгнанником став. А когда муж бессилен — хиреет народ
Значимость достатка поймешь, Стонет народ от вражьих набегов,
Богатства лишившись всего. Скудет Земля от бесплодных кочевков

— сопоставляя жизненные ситуации и перипетии, подводят слушателя к воспитательно-назидательным мыслям о том, что судьба героя тесно взаимосвязана с судьбой всего народа.

Из вышеприведенных примеров видно своеобразие благопожеланий, пожеланий, благодарностей, проклятий и слов-назиданий как разнообразных, но в то же время равноправных жанровых видов фольклора.

Чтобы осознать сущность благопожеланий, необходимо, раскрывая жанровую природу, проникнуться их внутренним содержанием и обстоятельствами их применения. Тем более никто не сможет отрицать интеллектуальную, воспитательно-направляющую значимость благопожеланий. Они корнями исходят от народной мудрости, отчетливо выделяются философской содержательностью мысли, эстетической, этической требовательностью, поэтической отточенностью языковых средств. Именно поэтому в жизненном укладе народа, его обрядово-бытовой жизни и национально-традиционной психологии они занимают особое место. Придавая благопожеланиям первостепенную значимость, народ говорил: «Слова благопожелания — слова

предков» (наследие предков). Их почитали как святыню. При применении благопожеланий существует неписаный, но никем не нарушаемый, можно сказать, ритуально узаконенный порядок. Среди народа бытует легенда о том, как некий старец, собравшийся выразить благопожелание дастархану после завершённой трапезы, вдруг замолчал с раскрытыми ладонями. Люди оказались в недоумении, с немим вопросом: «Что случилось?» Тогда старец обратился к народу, поясняя случившуюся заминку: «Подождем, пусть жаворонок (птенец) утолит свою жажду», и указал на птицу, пьющую воду у порога юрты. Эта легенда подтверждает канон, что благопожелание произносится только лишь после завершения трапезы всеми и должно быть выслушано со вниманием. По своей форме благопожелания бывают стихотворными, песенными, очень часто в форме белого стиха и нередко — в виде прозы. Иногда благопожелания невозможно отличить от ораторского искусства (*шешендік сөздер*).

Однажды знаменитый Каз дауысты Казбек явился к почитаемому в народе мудрому старцу Анет Бабе (1626–1723), чтобы получить его благословение. Услышав пожелание гостя, старец сказал: «Уа, мой Казбек, что же ты ждешь от старика, давно лишённого достатка, отчуждённого от возлюбленной и сгорблённого старческими годами? Но я выражу тебе свое благопожелание: будь акимом (*әкім*)!» Получив благопожелание старца, состоящее всего лишь из одного слова, Казбек повернул вспять. Спутники, сопровождавшие его, удивленные краткостью благопожелания, просят Каз дауысты Казбека объяснить произошедшее. «В кратком благопожелании Анет Бабы заключен глубокий смысл,» — ответил Казбек. И он разъяснил смысл многозначного слова «*әкім*» (аким):

Ә — дегені әдепті бол, әділдіктен тайма,
К — дегені кішіпейіл бол, кісіліктен тайма,
І — дегені ілтипатты бол, ізгіліктен тайма,
М — дегені мейірімді бол, мұратыңнан тайма.

А — на справедливости стой, учтивым будь,
К — человечности не теряй, скромным будь,
И — искренности не теряй, приличие блюди,
М — милостивым будь, от мечты не отступай

Конечно, эти строки более близки к ораторскому искусству, чем к благопожеланиям, но здесь ярко проступает приобретение благопожеланиями синкретической характеристики. Являясь выразителем народных традиций, привычек, обычаев, благопожелания разнообразны и по своей тематике. Именно эти обстоятельства следует учитывать при определении внутренних жанровых особенностей благопожеланий. Порой все благопожелания по своему содержанию кажутся однообразными, схожими с простыми пожеланиями. Анализируя ряд благопожеланий, вошедших в сборники и публиковавшихся в разных изданиях, мы сочли возможным сгруппировать их по тематическим и содержательным признакам в следующие жанровые виды:

Первая часть. Благопожелания, связанные с обычаями, традициями народа.

1. Благопожелания, связанные с благословением пищи:

а) благопожелания по скоту, предназначенному к забою,

- б) благопожелания дастархану (после еды):
 - 1) благопожелания по случаю новоселья,
 - 2) благопожелания при первой дойке кобыл,
 - 3) благопожелания согыму.
- 2. Благопожелания детям:
 - а) благопожелания в день шильдехань. В первую ночь после рождения ребенка все собирались в доме роженицы. Назначение — охранять ребенка и роженицу от злых духов: джина, шайтана, пери;
 - б) благопожелания «Т±саукесер» — обряд, связанный с ростом ребенка и его первыми шагами;
 - в) благопожелания «Тоқымқағар» — обряд, связанный с первым самостоятельным выездом ребенка из аула;
 - г) благопожелания при обряде обрезания;
 - д) благопожелания «Тілашар» — обряд, связанный с событием, когда ребенок идет в первый класс.
- 3. Благопожелания, связанные со свадебным обрядом:
 - а) благопожелания при сватовстве;
 - б) благопожелания отъезжающей невесте;
 - в) благопожелания молодой семье.

4. Благопожелания, связанные с празднованием Наурыза.

Вторая часть. Благопожелания, связанные с религиозными верованиями.

- 1. Благопожелания по случаю жарапазана.
- 2. Благопожелания во время айта.
- 3. Благопожелания с похоронно-поминальными обрядами.

Третья часть. Благопожелания-посвящения.

- 1. Благопожелания молодым талантам.
- 2. Благопожелания по случаю отправления в путь:
 - а) благопожелания путнику,
 - б) благопожелания перед воинским походом.
- 3. Ораторские благопожелания-посвящения.

Четвертая часть. *Теріс бата* (Недоброжелание)

Основной причиной нашей подобной классификации благопожеланий является их непосредственная принадлежность к обрядовым жанрам фольклора. Конечно, отдельные виды нами обозначены условно. Вместе с тем разделение благопожеланий по видам имеет как практическое, так и теоретическое значение. Оно послужит ориентирующим началом для собирания, опубликования, системного изучения благопожеланий и научного толкования их жанровой природы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аникин В.П. Фольклор как коллективное творчество народа. М., 1969.
2. Қазақ фольклорының типологиясы. Алматы, 1981. 47 бет.
3. «Әлем» // Альманағы. Алматы, 1991. 91 бет.
4. Ел аузынан жиналған нұсқадан.
5. Бата-тілектер / Құрастырған Уәлиұлы Н. Алматы: «Қазақстан» ГАО. «Желмая», 1991.

УДК 378+37.013

Л.В. КОЛЕСНИКОВА

Межэтническая адаптация как важнейший механизм социализации студенческой молодежи

Современные изменения, произошедшие в этносфере полиэтнического казахстанского общества, ставят перед высшим образованием задачу подготовки высокопрофессиональных специалистов, способных к эффективному межэтническому взаимодействию в разных сферах общества, адаптированных к новым этнореалиям 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 фундамен-

тальных и универсальных знаний специфики межэтнического взаимодействия, развития адаптивных способностей, умений использовать адаптивные механизмы в процессе межэтнического взаимодействия в разных сферах общества.

Основными функциями высшей школы, определяющими специфику и направления студенческой деятельности являются: формирование научного мировоззрения, готовности к общественно полезному труду; создание основ для научного образования и последовательного всестороннего развития личности; формирование стремления, умений и навыков к систематическому развитию, самостоятельному овладению знаниями; развитие общей и формирование профессиональной культуры; социализация и социальная ориентация студенческой молодежи [1].

Под социализацией понимается процесс, в ходе которого человек формируется как член того общества, к которому он принадлежит. Н.И. Шевандрин [2] главным в социализации видит включение индивида в социальные отношения и приобретение им способности общаться и взаимодействовать с другими людьми. Необходимо отметить, что автор в качестве условий социализации выделяет целенаправленное воспитание, обучение, а также возникающие в процессе дея-

тельности случайные воздействия.

С позиций нашего исследования представляет интерес подход к социализации А.А. Налчаджяна [3], который рассматривает ее как «процесс взаимодействия индивида и социальной среды, в ходе которого, оказываясь в различных проблемных ситуациях, возникающих в сфере межличностных отношений, индивид приобретает механизмы и нормы социального поведения, установки, черты характера и их комплексы и другие особенности и подструктуры, которые в целом имеют адаптивное значение».

Важнейшим механизмом социализации является социальная адаптация. Социальная адаптация — «процесс активного приспособления индивида (группы индивидов) к социальной среде, проявляющийся в обеспечении условий, способствующих реализации его потребностей, интересов, жизненных целей» [4]. При этом в отличие от социализации, которая представляет собой постепенный длительный процесс формирования личности в определенных социальных условиях, социальная адаптация предполагает относительно более короткий промежуток времени, в ходе которого личность или группа активно осваивает новую социальную среду.

Вместе с тем социальная адаптация — это процесс освоения относительно стабильных условий социальной среды, в ходе которого осуществляется решение повторяющихся, типичных проблем путем использования принятых способов социального поведения [5].

Понятие *адаптация* выражает приспособление, приравнивание человека к новым для него условиям предметной деятельности, социализация же представляет собой процесс становления личности. Однако процесс социальной адаптации не может быть отделен от развития и становления личности — он теснейшим образом связан с гармоническим развитием индивидуальности. Вместе с тем, в отличие от социализации, отражающей становление личности, обусловленное в основном влиянием со стороны общества, процесс адаптации отражает в большей степени субъективно опосредованное развитие личности, которое соответствует ее индивидуальным особенностям и склонностям. Основной функцией социализации является обеспечение нормального функционирования индивида в обществе, а в процессе социальной адаптации достигается соответствие общественно регламентированного поведения и деятельности внутренней структуре личности, ее интересам, ценностным ориентациям. Социализация, при которой социальная среда не оказывается чуждой личности, обеспечивается социальной адаптацией.

В условиях полиэтнокультурной среды важнейшим механизмом социализации личности становится межэтническая адаптация. Под межэтнической адаптацией мы понимаем непосредственное или опосредованное взаимодействие людей разной этнической принадлежности, этнических групп между собой и с многоуровневой полиэтнической средой, направленное на взаимоприспособление и взаимопривыкание к условиям взаимодействия в данной среде, а также на осуществление оптимального взаимопреемства как условий полиэтнической среды, так и характера совместной межэтнической духовно-практической

деятельности.

Межэтническая адаптация как вид социальной адаптации в данном контексте выступает в качестве механизма социализации личности, проявляясь в различных формах межэтнического взаимодействия.

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.).

Процесс межэтнической адаптации осуществляется на трех уровнях: общество (макросреда) — адаптация личности и социальных слоев к особенностям социально-экономического, политического, духовного и культурного развития общества; социальная группа (микросреда) — адаптация человека или, наоборот, нестыковка интересов человека с социальной группой (производственный коллектив, семья, учебный коллектив и пр.); сам индивид (внутриличностная адаптация) — стремление достичь гармонии, сбалансированности внутренней позиции и ее самооценки с позиции других индивидуумов.

На межэтническую адаптацию личности на каждом из данных уровней оказывают влияние определенные факторы социальной среды. К факторам социальной среды, оказывающим непосредственное влияние на межэтническое взаимодействие, а соответственно, и на процесс межэтнической адаптации, мы относим: характер государственного устройства; влияние национальной политики на характер социально-структурных изменений в обществе (изменение социального положения этнических групп); возможность перемещений этнических групп (мобильность); сочетание в национальной политике национальных и интернациональных интересов; представительство национальных кадров в структурах власти; характер взаимосвязи между национальными элитами; деятельность национальных движений и партий; уровень политической культуры межэтнического общения; характер развития национальных культур и языков; возможности удовлетворения людьми разной этнической принадлежности своих этнокультурных потребностей; характер развития этноконфессиональных объединений и возможности удовлетворения людьми разной этнической принадлежности своих этноконфессиональных потребностей; характер отражения в средствах массовой информации, научной и художественной литературе вопросов, касающихся межэтнических отношений; этнопсихологические особенности духовно-нравственного воспитания в различных этнических

общностях; характер восприятия окружающего мира и отношения к нему в различных этнических общностях; этнические авто- и гетеростереотипы людей различной этнической принадлежности; направленность межэтнических установок представителей различных этнических общностей.

Данные социальные аспекты механизма межэтнической адаптации во многом определяют социальную деятельность, социальное общение и социальное самосознание личности, влияя на процесс и результат межэтнической адаптации.

Эффективность процесса межэтнической адаптации определяется не только влиянием данных социальных аспектов на человека, но и уровнем сформированности его личностных средств, используемых для адаптации: когнитивно-аксиологических (знание научных основ межэтнического взаимодействия; сущности и механизма межэтнической адаптации, условий ее оптимизации), эмоционально-мотивационных (стремление к проявлению толерантности; положительная направленность межэтнических установок; наличие мотивов адаптивной деятельности), поведенческих (умения, необходимые для эффективной адаптивной деятельности в полиэтнокультурной среде). В связи с этим возрастает роль и значение педагогического управления процессом межэтнической адаптации личности, а в контексте нашего исследования — межэтнической адаптации студенческой молодежи.

Данные современных исследований указывают, что студенческая молодежь мало интересуется традициями и историей своего народа, национальной культурой живущих рядом представителей других этнических групп.

Так, Г.В. Малинин [6], анализируя характер и содержание социально-культурного поведения граждан Казахстана, делает вывод о том, что в современном обществе наблюдается тенденция к снижению культурно-образовательной активности населения. По данным его исследования, 23,5% от числа опрошенных считают для себя неглавным и необязательным повышение культурного и образовательного уровня. Причем каждый четвертый из них — в возрасте до 25 лет. Автор указывает на сокращение числа посещений людьми театров, кино, библиотек, сужение «пространства» своего общения. Это чревато возникновением отчужденности, равнодушия и недопонимания между людьми разных этнических групп, а в некоторых случаях возможно перерастание данных проявлений в националистические. Особенно опасны вышеуказанные тенденции в среде полиэтнической студенческой молодежи, имеющей еще не устоявшиеся мировоззренческие позиции, взгляды и ценности. В силу еще не сформировавшихся мировоззренческих установок многонациональная студенческая молодежь не всегда адекватно трансформирует в сознании изменения, происходящие в современном полиэтническом обществе, а соответственно, не всегда адекватно на них реагирует. Но любые нарушения и деформации в системе коллективной деятельности и сфере межличностного общения могут привести к межнациональным осложнениям. 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 полиэтнокультурном обществе.

Сфера высшего образования является одним из главных социальных институтов общества, оказывающих целенаправленное воздействие на процесс социализации личности. Как отмечалось выше, социальная адаптация находится в тесной связи с социализацией, является важнейшим ее механизмом, позволяющим в относительно короткий промежуток времени освоить новую социальную среду. Рассмотрение межэтнической адаптации как вида социальной адаптации позволяет утверждать, что межэтническая адаптация студенческой молодежи является одним из важнейших механизмов ее социализации, с помощью которого осуществляется приспособление к изменениям в этносфере. Следовательно, разработка социально-педагогических аспектов механизма формирования межэтнической адаптации студентов в вузе, является одним из условий обеспечения успешной реализации педагогических задач социализации.

В процессе обучения в вузе студенты получают, прежде всего, академические знания и вырабатывают необходимые для их усвоения и использования умения. Однако одновременно с этим они должны приобретать определенные систематизированные социальные знания и умения, которые дополняют стихийно получаемый социальный опыт и обеспечивают успешное освоение социальных норм, установок, ценностей, ролей.

Система педагогического управления процессом межэтнической адаптации студентов обеспечивает социальное обучение, позволяющее развивать и направлять межэтническую адаптацию. Под социальным обучением понимается «целенаправленный процесс передачи социальных знаний и формирования социальных умений и навыков, способствующих социализации» [7].

Педагогическое управление процессом межэтнической адаптации студентов в вузе должно осуществляться 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). На современном этапе развития общества важными задачами высшего образования становятся: формирование межэтнической адаптированности студентов к новым этнореалиям в социально-политической, социально-культурной и других сферах полиэтнического общества; формирование межэтнической адаптированности студентов к различным ситуациям социального взаимодействия с людьми разных этнических групп в составе учебного, производственного коллектива, семьи и других форм неформального межэтнического общения; развитие у личности стремления к достижению гармонии, сбалансированности внутренней позиции с позициями людей другой этнической принадлежности в различных ситуациях межэтнического взаимодействия; развитие саморегуляции адаптивной деятельности личности в полиэтнокультурной среде. Решение данных

задач является необходимым условием успешной социализации студенческой молодежи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Студент и его деятельность / Под ред. Г.П. Давидюка и др. Минск: Изд-во БГУ, 1978. С. 14–16.
2. Шевандрин Н.И. Социальная психология в образовании. Ч.1. Концептуальные и прикладные основы социальной психологии. М.: ВЛАДОС, 1995. 544 с.
3. Налчаджян А.А. Социально-психическая адаптация личности (формы, механизмы и стратегии). Ереван: Изд-во АН Армянской ССР, 1988. 262 с.
4. Социологический справочник / Под ред. В.И. Воловича. Киев: Политиздат Украины, 1990. 382 с.
5. Зайнышев И.Г. Теория и методика социальной работы. Ч. II. М.: Союз, 1994. С. 44–54.
6. Малинин Г.В. Мировоззренческие и социокультурные основания межнационального согласия: Автореф. дис... д-ра фил. наук. Алматы, 1997. 31 с.
7. Социальная педагогика: Курс лекций / Под ред. М.А.Галагузовой. М.: ВЛАДОС, 2000. 416 с.

УДК 658.5.011.56

В.В. ЯВОРСКИЙ
А.М. НУРГУЖИНА

Методы анализа реализации учебных планов

Основа деятельности университета — учебный процесс, поэтому к числу наиболее важных целей совершенствования управления университетом должно относиться постоянное повышение качества организации учебного процесса.

В целом к числу важнейших задач, связанных с организацией учебной деятельности университета, относятся составление и совершенствование рабочего учебного плана (РУП) специальности, распределение учебных поручений, расчет учебной нагрузки кафедр, распределение штатов, составление линейных графиков и планов работы учебных групп, составление расписаний занятий и экзаменов. Основным документом, определяющим учебный процесс в университете, является *рабочий учебный план специальности*. Составление РУП либо его корректировка проводятся специалистами соответствующих кафедр с участием представителей заинтересованных учреждений или путем консультаций с последними.

Сложность реализации учебных планов в вузе вызвана постоянным развитием и усложнением общественных интересов, выражающихся требованиями повышения качества подготовки специалистов. Все это обуславливает необходимость использования для решения задачи анализа качества реализации РУП методологии системного анализа, которая предполагает тщательное изучение целей и функций данного проекта, алгоритмов его реализации и критериев, позволяющих решать задачи управления.

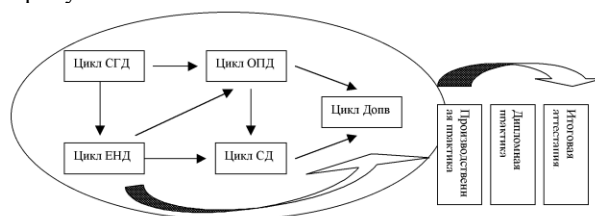
Очевидно, что задача оценки качества реализации РУП относится к классу слабо структурированных. Для использования при ее решении математического аппарата исследования операций необходимо снять некоторые элементы неопределенности и разработать модель рассматриваемой операции.

Методология системного анализа дает возможность:

- ♦ сформировать систему критериев оценки качества учебных планов;
- ♦ предложить методы измерения критериев;
- ♦ рассматривая проблему в целом, выделить отдельные ее части или этапы решения, для которых могут быть использованы модели исследования операций.

Учебные планы логически связывают отдельные

дисциплины образовательной программы и направляют познавательную деятельность на достижение конечных целей учебного процесса. Дисциплины изучаются во взаимосвязи, последовательность образовательного процесса обусловлена суммой знаний, полученных ранее. Логическая взаимосвязь представлена на рисунке.



Взаимосвязь циклов дисциплин (Довп — дополнительные виды подготовки, СГД — социально-гуманитарные дисциплины, ОПД — общепрофессиональные дисциплины, СД — спецдисциплины, ЕНД — естественно-научные дисциплины)

Каждая дисциплина или цикл дисциплин РУП занимают определенное место в упорядоченном по времени учебно-методическом процессе обучения, и это позволяет рассматривать учебный план как некоторый проект (алгоритм), описывающий образовательную деятельность. С этой точки зрения весьма перспективным представляется хранение информации о РУП в виде сетевой модели.

Известно, что для реализации общественных интересов, в основе которых лежит принцип открытого образования, уровень образовательной деятельности университетов должен прежде всего полностью соответствовать государственным и международным стандартам. Организация учебного процесса должна базироваться на алгоритмах, заложенных в типовых учебных планах. Программа реализации таких алгоритмов — это рабочий учебный план специальности.

Перейдем к формализованному описанию задач анализа качества реализации РУП. Очевидно, что учебную деятельность университета, основу которой определяет РУП, следует рассматривать как весьма сложную операцию, для которой достаточно сложно сформулировать некоторый единый критерий эффективности с тем, чтобы оценить степень соответствия затраченных усилий достигнутому результату. Тем не

менее, как показано выше, можно сформулировать совокупность локальных количественных критериев (показателей) $P_i, i = 1, \dots, n$, каждый из которых может быть использован для оценки i -го направления деятельности по реализации конкретного РУП, рассматриваемого как объект анализа — $O_j, j = 1, \dots, m$.

Совокупность критериев — вектор $\vec{P} = P_1, P_2, \dots, P_n$ называется системой количественных показателей [1]. Будем считать, что показатели системы независимы в смысле оцениваемой ими полезности, что делает возможным использование для оценки обобщенной полезности аддитивных взвешенных сумм этих показателей [2, 3]. Кроме того, чтобы систему показателей можно было использовать на практике для анализа организационных операций, необходимо, чтобы она удовлетворяла требованиям репрезентативности, сопоставимости и однозначности, рассмотрение которых проведено в работах [4, 1, 5].

Показатели системы характеризуют различные направления деятельности рассматриваемой системы, важность которых не одинакова. Степень важности показателей учитывается с использованием вектора $\vec{V} = V_1, V_2, \dots, V_n$, именуемого вектором весов показателей, компоненты которого соответствуют значениям компонента $\vec{P}$.

Выше было показано, что объекты нашего анализа (учебные планы) доступны количественному измерению, т.е. имеется возможность определить величину p_{ij} — оценку объекта по показателю (критерию) P_i . Для любых $i = 1, n$ и $j = 1, m$ оценки p_{ij} — вещественные, численные, неотрицательные величины, принимающие значения в определенных диапазонах.

На основе имеющейся информации о показателях РУП и соответствующей матрицы $\|P_{ij}\|_{nm}$ требуется дать сравнительный анализ качества реализации РУП, а также выявить сильные и слабые стороны в реализации того или иного проекта. Для этого необходимо найти решение следующих задач:

задача оценивания — определить общую оценку объекта

$$U_j = f(p_{1j}, p_{2j}, \dots, p_{nj}), j = 1, m; \quad (1)$$

задача ранжирования — осуществить полное упорядочение (ранжирование) объектов, т.е. выделить из m объектов лучший O_j^1 , следующий за ним O_j^2 и т.д.

Сформулированные задачи сравнения объектов относятся к числу принятия сложных решений в условиях определенности при векторном критерии, известных также под названием задачи агрегации оценок или свертывания локальных критериев.

Противоречивость оценок объектов в таких задачах, различные масштаб измерения и степень важности локальных критериев создают определенные трудности при переходе от естественной векторной формализации задачи к эквивалентной скалярной форме.

Метод решения задачи оценки объектов по взвешенной в соответствии с вектором V совокупности из n локальных критериев можно осуществить разными способами [1]. Данный метод обеспечивает определе-

ние общей оценки объектов по совокупности локальных критериев $P_i, i = 1, n$ и полное упорядочение объектов $O_j, j = 1, m$ путем следующих преобразований совокупности исходных данных:

1. Вычисление по исходным данным информационной анкеты элементов матрицы значений показателей

$$P_{ij}^t = \frac{Q_{ij}^t}{b_{ij}^t}, i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m}, t = \overline{1, l}, \quad (2)$$

где Q_{ij}^t — объем «производства» объекта O_j по показателю $P_i \in M^t$ (например, средний балл по результатам тестирования, количество методических указаний к лабораторным работам и т.д.); b_{ij}^t — нормирующая величина O_j по $P_i \in M^t$ (например, наивысшее значение балльной оценки, число спецдисциплин в типовом учебном плане и т.д.);

M^t — множество показателей, содержащихся в t -м разделе системы показателей;

P_{ij}^t — оценка объекта O_j по показателю $P_i \in M^t$.

2. Вычисление показателей «среднего» из m сравниваемых

$$\overline{P}_i^t = \frac{\sum_{j=1}^m Q_{ij}^t}{\sum_{j=1}^m b_{ij}^t}; i = \overline{1, n}, t = \overline{1, l}. \quad (3)$$

3. Вычисление оценки объекта O_j по разделу показателей t :

$$U_j^t = \frac{\sum_{i=1}^{n_t} V_i^t \frac{P_{ij}^t}{\sigma_i^t}}{\sum_{i=1}^{n_t} V_i^t \frac{P_i^t}{\sigma_i^t}}, j = \overline{1, m}, t = \overline{1, l}, \quad (4)$$

где V_i^t — весовой коэффициент показателя $P_i \in M^t$,

$$\sum_{i=1}^{n_t} V_i^t = 1;$$

$$\sigma_i^t = \left[\frac{1}{m} \sum_{j=1}^m p_{ij}^t - \overline{P}_i^t \right]^{1/2} \text{ — среднеквадратическое}$$

отклонение оценок объектов P_{ij}^t от $\overline{P}_i^t$ по всем $j = 1, m$; $n_t = |M^t|$ — число показателей в разделе t ,

$$\sum_{t=1}^l n_t = n.$$

4. Вычисление общей оценки объекта по системе показателей:

$$U_j = \sum_{t=1}^l V_t U_j^t; j = \overline{1, m}, \quad (5)$$

где V_t — весовой коэффициент раздела t , $\sum_{t=1}^l V_t = 1$.

Этапы 1–4 приводят к решению задачи оценивания, т.е. к получению общих (агрегированных) оценок

$$U_j = f(p_{1j}, p_{2j}, \dots, p_{nj}), j = 1, m.$$

Решение задачи 2 (полное упорядочение объекта) при наличии общих оценок сводится к присвоению

объектам чисел натурального ряда в порядке убывания соответствующих им оценок U_j и т.д. до m — объекта с минимальным значением U_j .

Как следует из приведенного описания, в качестве меры предпочтительности объектов в приведенной методике используется взвешенная сумма (5), базирующаяся на концепции аддитивной теории полезности.

Для приведения показателей к единому масштабу измерения методикой предусмотрен переход от оценок p_{ij} к стандартизированным в статистическом смысле оценкам p_{ij} / σ_i , где σ_i — среднеквадратическое отклонение p_{ij} .

Особенность данной методики заключается в том, что она осуществляет сравнительную оценку объектов. Оценка U_j вычисляется здесь как отношение средневзвешенного результата объекта O_j к средневзвешенному результату объекта $\bar{O}$, параметрами которого являются величины $\bar{p}_i^t, i = \overline{1, n}, t = \overline{1, l}$. Из формулы (3) следует, что объект $\bar{O} = \bigcup_{j \in M} O_j$ является объединением всех оцениваемых объектов. Иными словами, если M — множество всех рабочих учебных планов университета, то величины $\bar{p}_i^t$ являются показателями всей учебной деятельности университета. Вычисление оценок объектов O_j некоторого уровня иерархии университета (например, факультетов) создаст определенные удобства для быстрого сравнительного анализа структурных подразделений.

Рассмотрим теперь подход, который, по мнению авторов, является последовательным отражением принципов управления организационными системами [6]. Смыслом существования любой организационной системы является реализация определенных целей, которые задаются базовыми параметрами p^d и определяются системой управления с учетом внутренних и внешних условий существования системы. Система управления определяет набор актуальных с точки зрения достижения целей параметров функционирования. По этому набору осуществляется планирование нормативов $p^n = \{p_{ij}^n, j = \overline{1, m}; i = \overline{1, n}\}$ и оценка деятельности элементов системы. Эти действия системы управления составляют макроуровень управления организационной системы [6].

Если рассматривать микроуровень системы, то на нем реализуются процессы, связанные с созданием конечных продуктов деятельности [6]. Эти процессы находятся под воздействием системы стимулирования F , которая формируется системой управления. Возможности элементов по созданию конечных продуктов ограничены допустимой интенсивностью их работы H , которая определяется существующими ресурсами и технологией. Под воздействием системы стимулирования и допустимой интенсивности деятельности складывается детерминированный тип поведения элементов, который в некоторый момент времени t описывается состоянием параметров системы $p(t) = \{p_{ij}(t), j = \overline{1, m}; i = \overline{1, n}\}$. Таким образом, для реализации целей системы перед системой управления стоят взаимосвязанные задачи формирования процедуры нормативного планирования и системы стиму-

лирования с учетом реальных процессов функционирования элементов. Достаточно распространенной для формирования нормативного состояния p^n является процедура оптимального программно-целевого планирования, которая заключается в выборе оптимальных нормативов в смысле критерия функционирования системы $\Phi(p^n, p)$, на множестве допустимых нормативных состояний D . Сложность реализации такого закона планирования в реальных организационных системах связана с тем, что обычно с помощью критерия $\Phi(p^n, p)$ не удается адекватно отобразить цель системы. Кроме того, многое зависит от централизации управления. В организационных системах с децентрализованным управлением каждый i -й элемент активно реализует свои интересы. Он стремится к локально-оптимальным состояниям $X_i(p_i^n)$ на множестве допустимых состояний P_i :

$$X_i(p_i^n) = \text{Arg} \max_{p_i \in P_i} f_i(p_i^n, p_i). \quad (6)$$

В этом случае необходимо рассматривать задачу согласованного планирования, в которой множество допустимых нормативных состояний D определяется локально-оптимальными состояниями элементов $X_i(p_i^n), i = \overline{1, n}$. При таком подходе функции эффективности элементов $f(p_i^n, p_i)$, определяющие систему стимулирования F , считаются заданными. Однако в реально существующих организационных системах такие функции отражают сложившиеся принципы стимулирования. С этой точки зрения актуальной является задача формирования согласованной системы стимулирования. При решении такой задачи следует учитывать необходимость компенсации неизбежной неопределенности, существующей в задачах программно-целевого нормативного планирования. При этом система стимулирования должна не просто обеспечивать реализацию нормативов p^n , но и в более широком смысле отражать цели организационной системы. Будем рассматривать множества $L_i(p_i^n), i = \overline{1, n}$, определяющие согласованные состояния элементов, выбор которых соответствует реализации целей системы при заданных нормативах p^n . Задача формирования согласованной системы стимулирования F^* определяется следующим условием:

$$X_i^*(p_i^n) \subseteq L_i(p_i^n), i = \overline{1, n}. \quad (7)$$

В [3] дано описание решения задачи формирования согласованной системы стимулирования F^* на множестве распространенных при оценке деятельности аддитивных систем стимулирования вида

$$F = \{f_i(p_i^n, p_i), i = \overline{1, n}\}, \quad (8)$$

$$f_i(p_i^n, p_i) = \sum_{j=1}^m v_{ij}(p_i^n, p_i) p_{ij} / p_{ij}^n, \quad (9)$$

где весовые функции $v_{ij}(p_i^n, p_i)$ удовлетворяют ограничениям:

$$\sum_{j=1}^m v_{ij}(p_i^n, p_i) = 1, 0 \leq v_{ij}(p_i^n, p_i) \leq 1. \quad (10)$$

Определение нормативов p_i'' производится путем решения задачи равномерного распределения нагрузок на элементы O_i , $i = 1, n$ в условиях имеющей место неопределенности микроуровня системы.

Применительно к системе количественных показателей для оценки качества реализации таких организационных проектов, как РУП при определении нормативов можно пользоваться выражением типа (6). В этом случае верхние границы могут рассматриваться как нормативные значения, определяемые системой управления.

В заключение отметим, что организацию учебного процесса в университете можно описать совокупно-

стью количественных измерителей. Для этого необходим всесторонний профессионально-логический анализ, а также создание системы сбора информации. Это существенно увеличивает необходимые в системе информационные обмены и повышает объективность принимаемых решений. Количественное описание создает предпосылки к использованию строгих математических методов исследования и в этом смысле является более точным, менее подверженным влиянию субъективизма. Справедливо, однако, и то, что рассматриваемые количественные методы беднее полного качественного описания и в этом плане требуют совершенствования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ямпольский В.З., Петров О.М., Чудинов И.Л., Валентинов В.В. Автоматизация управления высшей школой. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1987. 176 с.
2. Fishburn P.C. Utility theory // Manag. Sci. 1968. Vol. 14, #5. 250 p.
3. Фишберн П.С. Теория полезности для принятия решений. М.: Наука, 1978. 352 с.
4. Акофф Р., Эмери Ф. О целеустремленных системах. М.: Мир, 1974. 272 с.
5. Ямпольский В.З., Матлис Б.С., Лихачев И.И. Методика оценки эффективности деятельности вуза и его подразделений // Кибернетика и вуз. Томск: Изд-во ТПИ, 1969. Вып.1. С.26–37.
6. Яворский В.В. Анализ и принятие решений в иерархических системах управления. Караганда: Изд-во КарГТУ, 1998. 206 с.

УДК 629.113.4

С.Ж. КАБИКЕНОВ

Производственная практика при подготовке специалистов по организации дорожного движения

Производственная практика студентов по специальности «Организация дорожного движения» призвана сочетать получение теоретических знаний с практическими навыками в процессе обучения в вузе, которые необходимы при решении инженерных вопросов в практической деятельности специалиста. Практика является важным звеном учебно-воспитательного процесса подготовки высококвалифицированных специалистов и производится на передовых предприятиях автомобильного транспорта, в органах дорожной полиции, учреждениях транспортной инспекции и других предприятиях и организациях соответствующего профиля.

Как основу следует рассматривать квалификационную характеристику специалиста. Наряду с ней учитываются требования, которые предъявляются к будущему специалисту заказчиком, т.е. предприятием, и учитываются при проведении практики, а также в дальнейшем, на этапе дипломного проектирования (при выполнении дипломных проектов по заказам предприятий). Эти обстоятельства способствуют формированию квалифицированного специалиста.

Существенное влияние на практическую деятельность специалиста оказывают знания, полученные студентами в процессе обучения на практических, лабораторных и семинарских занятиях и подкрепленные на практике в период ее прохождения. На разных этапах ее прохождения у студентов совершенствуются практические навыки, которые весьма необходимы при принятии самостоятельных решений.

Базовыми теоретическими дисциплинами для производственной практики являются: введение в специальность, вычислительная техника, автомобили, техническая эксплуатация автомобилей, транспортные

двигатели, автомобильные дороги, транспортная планировка городов, характеристика транспортных потоков, транспортное право, психофизиологические особенности участников дорожного движения, маркетинг и менеджмент, транспортная логистика, эргономика, единая транспортная сеть, автомобильные перевозки, дорожные условия и безопасность движения (БД), организация дорожного движения, безопасность транспортных средств и др.

В результате прохождения технологической практики студент должен приобрести практические навыки, необходимые для будущей деятельности.

Целью технологической практики являются закрепление, расширение и применение в производственной деятельности знаний, полученных студентами в результате изучения теоретического курса общепрофессиональных и специальных дисциплин. Практика должна способствовать накоплению практических навыков, расширению технического кругозора студентов, развитию научно-исследовательской, рационализаторской и изобретательской деятельности в области организации безопасности дорожного движения.

Производственная практика проводится на передовых предприятиях и в организациях, занимающихся решением вопросов по обеспечению безопасности дорожного движения (автотранспортные предприятия различных министерств и ведомств, ТОО, АО, АОЗТ, органы управления дорожной полицией (УДП), подразделения транспортной инспекции, другие предприятия и организации, соответствующего профиля).

Студенты направляются на объекты практики с учетом тематики выполняемой НИРС. Кроме общего ознакомления со структурой предприятия, студенты должны изучить опыт работы передовых предприятий

и учреждений в данной области, исходя из особенностей индивидуального задания:

- основные положения нормативных и руководящих документов, касающихся обеспечения безопасности дорожного движения;
- вопросы правовой охраны безопасности движения;
- задачи и методы работы служб безопасности движения в автотранспортных предприятиях (АТП) министерств и ведомств;
- основы эксплуатационных свойств транспортных средств, определяющих активную, пассивную, послеаварийную и экологическую безопасность, методы их исследования;
- закономерность формирования и функционирования транспортных и пешеходных потоков;
- формы и методы учета дорожно-транспортных происшествий (ДТП), документацию по учету и порядок ее заполнения, составление и анализ схем ДТП, составление акта служебного расследования и донесения о ДТП, заполнение различных форм отчетности;
- экспертизу ДТП, виды экспертиз, права и обязанности экспертов, порядок проведения экспертиз, исходные данные для экспертизы, постановление о назначении экспертизы, протокол осмотра места ДТП, схему ДТП, протокол осмотра и проверки технического состояния транспорта;
- методы анализа статистических данных о ДТП (количественный, качественный и топографический анализ), порядок выявления и ликвидации опасных участков улично-дорожной сети;
- применение автоматики и телемеханики в организации дорожного движения;
- назначение, цели и задачи, применяемое оборудование, документация;
- методы контроля скоростного режима транспортных средств на автомобильных дорогах, применяемое оборудование, документация;
- основные методы организации контроля и надзора за дорожным движением транспортных средств и пешеходов;
- основы эксплуатации технических средств регулирования дорожного движения;
- оборудование дорог для безопасного движения ночью, обеспечение видимости на автомобильных дорогах, обеспечение безопасности движения на пересечениях дорог;
- дорожные знаки, разметку проезжей части;
- оценку безопасности движения, метод коэффициентов аварийности, метод коэффициентов безопасности.
- организацию движения на автомобильных дорогах (назначение, основные функции, документация);
- методы выявления и ликвидации опасных участков на автомобильных дорогах;
- устройство, принцип действия и основы эксплуатации технических средств регулирования дорожного движения;
- основные международные конвенции и отечественные нормативные акты и требования в области безопасности дорожного движения;
- методы повышения пропускной способности участков улиц (дорог);
- причины и факторы, способствующие возникновению дорожно-транспортных происшествий;

- методы повышения безопасности движения на участках ремонтных работ улиц (дорог);
- методы и формы учета и анализа ДТП;
- основы судебной и служебной экспертизы ДТП;
- методы подготовки и психофизиологического обследования водителей;
- метод комплексной оценки последствий дорожно-транспортных происшествий;
- методы технико-экономической оценки предлагаемых решений по повышению безопасности дорожного движения;
- зарубежный опыт в области решения проблемы безопасности дорожного движения;
- мероприятия по охране труда и окружающей среды, организацию труда и производства на данном предприятии, системы управления ими.

В целях углубления знаний и навыков, получаемых студентами в период производственной практики, а также приобретения знаний технико-экономического плана, студенту выдается индивидуальное задание с указанием конкретных вопросов, подлежащих изучению (по согласованию с руководителем НИРС и студентом). Содержание задания, его объем и глубина определяются руководителем практики для каждого студента в зависимости от профиля работы предприятия — базы практики.

Перечень конкретных вопросов, над которыми должен работать студент в период практики, уточняется руководителем практики от предприятия совместно с руководителем практики от университета.

В случае если студент назначается на конкретную должность, в одной из служб (или отдела) ему должна быть предоставлена возможность кратко ознакомиться с деятельностью других служб, отделов в соответствии с поставленным перечнем вопросов.

Студенты специальности 3004 при прохождении технологической практики в органах транспортной инспекции получают от руководителя практики от университета специальный план, согласованный с руководством предприятия — объекта практики.

Во время прохождения технологической практики в подразделениях управления дорожной полицией (области, города, района) студенты должны быть ознакомлены с работой служб: дорожного надзора, дорожно-патрульной службы, службы агитации и пропаганды по безопасности дорожного движения, службы технического надзора за состоянием транспортных средств, информационно-аналитической службы, регистрационно-экзаменационной службы, специализированного монтажно-эксплуатационного подразделения.

Следует отметить, что названия и дислокация служб в подразделениях управления дорожной полицией могут видоизменяться, объединяться и т.д., но при этом не изменяются сущность их предназначения и решаемые задачи.

При прохождении производственной практики в автотранспортных управлениях, объединениях, на автотранспортных предприятиях студенты должны быть ознакомлены с деятельностью служб, имеющих непосредственное отношение к обеспечению безопасности дорожного движения, работе по снижению числа ДТП и тяжести их последствий: службы безопасности движения АТП, службы эксплуатации, производ-

УДК 378.141.4.004.12

В.С. ПОРТНОВ
В.В. ЯВОРСКИЙ
А.М. НУРГУЖИНА

Критерии оценки качества реализации рабочего учебного плана

Рабочий учебный план (РУП) связан с одним конечным продуктом — специалистом. Получение этого продукта является весьма специфическим и сложным процессом организационной деятельности, в которую вовлечен ряд систем разного уровня и сложности, деятельность которых направлена на достижение определенных целей. Глобальной целью реализации учебного плана является обеспечение выпуска специалиста с высшим образованием по конкретной специальности, отвечающего требованиям государственных стандартов, востребованного рыночной экономикой, при эффективном использовании материально-технических и кадровых ресурсов университета. В конечном счете задача качества реализации РУП решается для оптимальной реализации данного проекта при заданных ограничениях на ресурсы или для определения либо распределения заданного объема ресурсов, при котором оптимизируются некоторые критерии реализации глобальной цели РУП.

Как всегда, в организационных системах [1, 2, 3] в процессе производства конечного продукта взаимодействуют вышестоящие системы управления, выражающие общественные интересы, система управления рассматриваемым проектом (реализацией учебного плана), объект управления (кафедры, реализующие учебный план) и актуальная среда (рынок труда). Все эти системы имеют определенные цели и предъявляют определенные требования к конечному продукту деятельности. Вместе с тем определенные требования предъявляются к системе, выпускающей конечный продукт (системе управления и объекту управления). Уровень выполнения этих требований также является характеристикой качества реализации рассматриваемого проекта.

Основные требования к рассматриваемому проекту (рабочему учебному плану), которые предъявляют вышестоящие органы, выражающие общественные интересы, определяются существующими стандартами специальности и типовыми документами Министерства образования и науки. Рынок, потребляющий с той или иной степенью эффективности специалиста, полученного в результате реализации РУП, требует качественный товар. Система, производящая специалиста в соответствии с РУП, заинтересована в эффективной деятельности. Система управления «заведует» общими эффектами, прежде всего, экономической эффективностью проекта. А также в целом эффективным выполнением требований вышестоящих систем и поддержанием качества специалистов, что повышает рейтинг университета и в перспективе — эффективность его работы.

Объект управления определяется кадровым составом, средствами производства и предметом деятельности. Все эти элементы деятельности находятся во взаимодействии и должны использоваться наиболее эффективно. Средства производства можно разделить

на ряд групп: учебно-методическую, лабораторную, материально-техническую.

К средствам производства учебно-методической группы относятся:

- ♦ рабочие программы курсов;
- ♦ лекционный материал;
- ♦ методические указания к выполнению лабораторных работ;
- ♦ методические пособия для практических занятий;
- ♦ методические рекомендации к выполнению курсового проекта (работы);
- ♦ методические рекомендации по проведению учебной, производственной и преддипломной практик;
- ♦ методические рекомендации по выполнению дипломного проекта.

К средствам производства лабораторной базы относятся:

- ♦ лабораторные площади;
- ♦ лабораторные установки;
- ♦ базы практики.

К материально-техническим средствам производства относятся:

- ♦ аудиторный фонд;
- ♦ технические средства обучения;
- ♦ библиотечные фонды;
- ♦ вспомогательные площади;
- ♦ валовые параметры материально-технической базы.

Кадровый состав характеризуется кадровым потенциалом кафедр, привлеченных к реализации рабочего учебного плана:

- ♦ наличием степеней и званий у преподавателей;
- ♦ наличием стажа работы преподавателей по закрепленным дисциплинам;
- ♦ дисциплиной проведения занятий;
- ♦ рейтингом преподавателей;
- ♦ объемом заработной платы, необходимым для реализации РУП.

Предмет деятельности, то есть студенты, обучаемые по анализируемому рабочему учебному плану, характеризуется количеством студентов и тем, что они знают и умеют по основным разделам рабочего учебного плана:

- ♦ социально-гуманитарным дисциплинам;
- ♦ естественно-научным дисциплинам;
- ♦ общепрофессиональным дисциплинам;
- ♦ специальным дисциплинам.

Взаимодействие основных элементов деятельности характеризуется соответствием организации учебного процесса требованиям РУП:

- ♦ использованием автоматизированных систем обучения; электронных и программированных учебников;
- ♦ использованием компьютеров и других технических средств обучения (ТСО);
- ♦ использованием для обучения деловых игр, проблемных методов;

- ♦ внедрением учебной исследовательской работы;
- ♦ соответствием лабораторной базы требованиям РУП;
- ♦ использованием рейтинговой системы для анализа процесса обучения.

Таким образом, глобальную цель реализации проекта (РУП) можно декомпозировать на более детальные подцели. На втором уровне следует сформулировать основные требования, вытекающие из глобальной цели и инициированные подсистемами, участвующими в реализации проекта. Далее каждую цель второго уровня следует декомпозировать, учитывая различные виды требований соответствующих подсистем, участвующих в реализации проекта. Цели третьего уровня должны постоянно уточняться в зависимости от развития ситуации. На четвертом уровне дерева необходимо формулировать функции, реализация которых обеспечивает качественное выполнение проекта РУП. Эти функции можно получить, разложив каждую цель третьего уровня по стандартному циклу функционирования оргсистемы [3]: прогнозирование $\Rightarrow$ планирование $\Rightarrow$ оперативное управление $\Rightarrow$ контроль $\Rightarrow$ учет $\Rightarrow$ анализ $\Rightarrow$ прогнозирование.

Дальнейшее определение функционирования связано с описанием алгоритмов реализации функций и определением конкретных задач управления и способов принятия решений. Определенные выше цели позволяют определить критерии для оценки качества реализации РУП. Фактически это количественные либо качественные измерители уровня реализации целей.

Критерии качества реализации РУП предлагается разбить на шесть групп:

1. Соответствие специалиста стандартам и требованиям рынка труда.
2. Соответствие методического обеспечения стандартам.
3. Учебно-методическая работа.
4. Материальная база учебного процесса.
5. Уровень кадрового состава.
6. Уровень организации учебного процесса.

В таблице 1 приведена формулировка показателей первой группы (графа 2), код показателя (графа 1), формула их вычисления с использованием параметров информационной карты анализа реализации РУП (графа 3), максимальное значение показателя (графа 4) в тех случаях, когда его можно принять за норматив. Информационная карта так же, как система показателей, имеет семь разделов: один общий и шесть — по группам критериев.

Таблица 1

ПОКАЗАТЕЛИ ГРУППЫ №1: СООТВЕТСТВИЕ СПЕЦИАЛИСТА СТАНДАРТАМ И ТРЕБОВАНИЯМ РЫНКА ТРУДА

Код	Формулировка	Формула	Макс. знач.
С. 1	Средний балл, полученный студентами при тестировании по социально-гуманитарным дисциплинам, в отношении к максимальному баллу (5).	$C.1 = \frac{CC.1}{5}$	1
С. 2	Средний балл, полученный студентами при тестировании по естественно-научным дисциплинам, в отношении к максимальному баллу (5).	$C.1 = \frac{CC.2}{5}$	1
С. 3	Средний балл, полученный студентами при тестировании по общепрофессиональным дисциплинам, в отношении к максимальному баллу (5).	$C.1 = \frac{CC.3}{5}$	1
С. 4	Средний балл, полученный студентами при тестировании по специальным дисциплинам, в отношении к максимальному баллу (5).	$C.1 = \frac{CC.4}{5}$	1
С. 5	Рейтинг соответствия специалиста по оценке экспертов ведущих профильных предприятий региона.	$C.1 = \frac{CC.5}{100}$	1

Раздел информационной карты, соответствующий первой группе показателей, приведен в таблице 2.

Таблица 2

СООТВЕТСТВИЕ СПЕЦИАЛИСТОВ

Код	Формулировка	Ед. измер.
СС. 1	Средний балл тестирования студентов по социально-гуманитарным дисциплинам	Балл
СС. 2	Средний балл тестирования студентов по естественно-научным дисциплинам	Балл
СС. 3	Средний балл тестирования студентов по общепрофессиональным дисциплинам	Балл
СС. 4	Средний балл тестирования студентов по специальным дисциплинам	Балл
СС. 5	Рейтинг соответствия специалиста по оценке экспертов ведущих профильных предприятий региона	%

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бурков В.Н., Кондратьев В.В. Механизмы функционирования организационных систем. М.: Наука, 1981. 384 с.
2. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Основы системного анализа. Томск: Изд-во НТЛ, 1997. 368 с.
3. Яворский В.В. Анализ и принятие решений в иерархических системах управления. Караганда: Изд-во КарГТУ, 1998. 206 с.

Раздел 2

Машиностроение

УДК 621.9:658.512

В.В. ЮРЧЕНКО
В.Ф. ШВОЕВАнализ и перспективы развития САПР
технологического процесса

Анализ САПР ТП, проведенный за последние 10 лет, показал, что на сегодняшний день получили развитие системы, в которых принятие решений осуществляется как в диалоговом, так и в автоматизированном режиме.

В диалоговом режиме принятие решений осуществляется на стадии проектирования во время корректировки ТТП (типового технологического процесса) или ГТП (группового технологического процесса) [1]. Затем в автоматизированном (автоматическом) режиме рассчитываются или выбираются из базы данных сведения о режимах резания, нормирования, расхода материала, потребности в инструменте и т.п., т.е. используются математические модели тех расчетных задач, которые применяются при ручном режиме.

Работа в таких системах предполагает выполнение множества итераций в ходе принятия решений, и поэтому расчет занимает продолжительное время и требует от технолога не только определенных знаний, но и большого опыта.

Развитие таких систем обосновано несложностью разработки алгоритма, возможностью использования традиционных форм хранения информационных массивов без разработки дополнительных (промежуточных) сведений, необходимых для связи данных при работе в автоматизированном режиме. Такие системы позволяют хранить и использовать опыт работы данного предприятия в виде ТТП или ГТП, что позволяет

работать технологом без дополнительной настройки системы, которую могут выполнять специально обученные специалисты.

Сложность создания алгоритма объясняется не его разработкой, а отсутствием формализованных подходов к решению как отдельных задач, так и проектирования всего процесса в целом.

В системах, где принятие решений осуществляется в автоматическом режиме, итерации в ходе решения производятся во много раз быстрее, поэтому время принятия решений резко сокращается [2]. Принятие решений производится на основе типовых решений, исходя из типовых планов обработки. Основанием для выбора или корректировки того или иного плана служит опыт работы. Окончательный выбор ТП осуществляется на основе результатов расчетных задач, т.е. на основе параметрической оптимизации.

Структурная оптимизация в таких системах производится на основе опыта технолога: в диалоговых – в процессе корректировки ТП; в автоматических – во время настройки системы проектирования, путем установления запрета на использование того или иного метода (перехода) или плана обработки для конкретной поверхности или типа детали в целом.

В развитии систем проектирования необходимо отдавать предпочтение интеллектуальным системам [3] в противовес алгоритмическим. Это объясняется тем, что решение задач проектирования на различных

предприятиях может значительно различаться как по составу задач, так и по подходу к их решению. Интеллектуальные системы являются гибко программируемыми. Причем программирование осуществляется на конкретном предприятии самой технологической службой и зависит, таким образом, от условий данного предприятия, а сама эксплуатация уже не зависит собственно от разработчиков САПР.

Любая из систем позволяет проектировать ТП как для станков-автоматов, так и для станков с ЧПУ. Проектирование ТП для таких станков осуществляется за счет решения таких задач, как обработка сложных криволинейных поверхностей, разработка управляющих программ, расчет перемещений режущего инструмента и составления эскизов обработки [4].

Однако в принятии решения в рассмотренных системах содержится субъективный фактор: невозможность отстраниться от субъективного принятия решений, что объясняется отсутствием формализованных подходов к решению; необходимых математических моделей для расчетов критериев объективной оценки принимаемых решений. Такие системы не включают задачи, решаемые в ТПП (технологическая подготовка производства), результаты которых являются критериями для принятия решений при разработке ТП.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать следующие выводы:

1) необходима единая система описания поверхностей детали (геометрических и точностных параметров), инструмента, приспособления, вспомогательного инструмента, станков;

2) необходима система выбора баз и составления комплекта баз, пересчета размерных цепей при несоблюдении принципа совмещения баз;

3) необходим механизм назначения качества обработки и система выбора методов обработки по их

собственным характеристикам.

Для решения этих задач предлагаются следующие пути решения.

Для получения единых классификационных признаков предлагается делить элементы ТП по виду формообразующих движений, а именно: движения копирования; движения следа; движения касания; движения обката.

Описание по этим признакам должно производиться автоматически, т.е. вид движения определяется по количеству координат, необходимых для описания данной поверхности (т.е. по порядку поверхности).

Далее для определения размеров (поверхности детали, инструмента, приспособления, станка) ввести понятия: главный размер и второстепенные размеры. Тогда остальные классификационные признаки будут являться традиционными для каждого из элементов.

Для решения вопроса о базировании необходимо виды баз сориентировать относительно координатных плоскостей и в соответствии с их характеристиками определить плоскости, относительно которых поверхность лишилась свободы уже для конкретной детали. Затем по определенному комплекту баз, точности размеров, точности обработки рассчитываются размерные цепи, при этом должны использоваться и неконструкторские базы. В таком расчете замыкающим размером является обрабатываемый размер.

Для решения задачи по составлению планов обработки можно предложить следующий путь решения. Для поиска вариантов методов обработки необходимо использовать математическую модель, которая использовала бы объективные критерии выбора и оценки принятых решений, а именно использование качества метода обработки — для выбора метода и максимальной глубины резания, которую можно установить, используя данный метод для его оценки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руденко П. А., Павленко П. Н., Беляев Н. М. Проектирование технологии механической обработки сложных корпусных деталей на основе унифицированных конструктивно-технологических решений // Респ. науч.-практ. конф. «САПР кон- структ. и технол. подгот. автоматизир. пр-ва в машиностр.». Харьков, декабрь 1990; Тез. докл. Харьков, 1990. С. 33–34.
2. Беляков М. И. Автопроект // САПР и графика. 2000. №6. С. 38–43.
3. Коробов Ю. М., Прейс Г. А. Система интеллектуального проектирования «СПРУТ» // Там же. 1998. №8. С. 41–45.
4. Расширенная система САПР для станков с ЧПУ = Erweitertes Cad-Cam-System zum rechnergestützten Skizzieren // Maschinenmarkt. 1992. 98. №41. С. 153.

УДК 621.774.72

В. Г. БОЯРСКИЙ

Редуцирование труб с большими натягами

В угольном машиностроении широко распространены детали типа втулок и гильз при изготовлении гидравлических стоек механизированных крепей М130, 2УКП, 2 ОКП 70 и др.

Процесс редуцирования труб с большими натягами позволяет приблизить размеры заготовок к размерам указанных деталей, уменьшить припуски на механическую обработку, а при отсутствии труб необходимого диаметра получать их с большего размера. Этот метод основан на способности пластичных металлов приобретать под действием наружного давления большие остаточные деформации без разрушения металла заготовок, но со значительным изменением

их первоначальных размеров.

Обработка редуцированием заключается в том, что пустотелая заготовка с наружной поверхностью, очищенной от коррозии, окарины и других включений, пластически деформируется наружным давлением при проталкивании через фильеру (матрицу). Под действием осевой силы заготовка перемещается в отверстие фильеры (матрицы), обеспечивая пластическую деформацию по всему сечению заготовки.

При редуцировании с большими натягами наружный и внутренний диаметры заготовки уменьшаются пропорционально натягу, а длина заготовки соответственно увеличивается. Кроме формоизменения и

вытяжки достигается упрочнение материала (наклеп), улучшаются качество поверхности и точность размеров.

Простейшим способом редуцирования труб является безправочное редуцирование (рис. 1). Напряжения σ_r и σ_θ — сжимающие, σ_l — растягивающее.

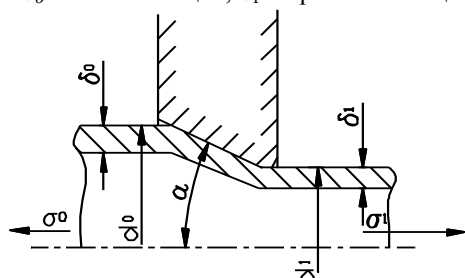


Рис. 1. Схема безправочного редуцирования труб

Этот метод был использован при изготовлении втулок, поршней — деталей гидравлических стоек механизированных крепей. Технологический процесс редуцирования с большими натягами осуществлялся на гидравлическом прессе ПБ 192 усилием 4000 кН (400 тс.). Для этой цели был спроектирован специальный обжимной штамп (рис. 2), состоящий из пуансона 1, шибера 2, корпуса 3 и матрицы 4. Верхняя часть штампа крепится к ползуну пресса, нижняя — к подштамповой плите пресса.

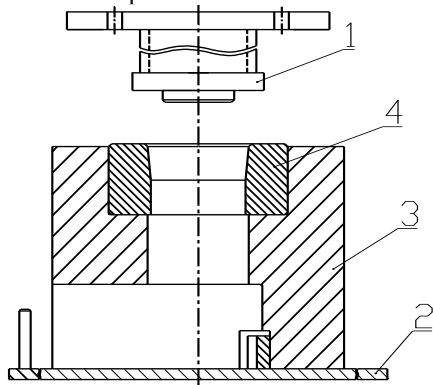


Рис. 2. Штамп обжимной

Ориентация трубы в осевом направлении относительно оси штампа осуществлялась с помощью специального пояса на пуансоне. При движении ползуна пресса вниз труба попадает в приемный конус матрицы (волок) штампа и проталкивается в матрицу. Следующей заготовкой труба выталкивается в шиберное устройство штампа, которое позволяет извлечь трубу из опасной зоны пресса. Для предотвращения разрыва матрицы от радиальной нагрузки при редуцировании трубы матрица была запрессована в специальный корпус (использован штамповочный кубик) из стали 45, HRCэ 30...32.

Матрица (волок) была изготовлена из стали X12M, HRCэ 60...62 (рис. 3).

Канал матрицы имеет следующие зоны: входную — для облегчения ввода заготовок, ориентирующую — для установки заготовки, рабочую — для обжатия заготовки, калибрующую — для получения окончательного размера. К матрице как инструменту предъявляются повышенные требования по точности и качеству изготовления.

Матрица с наружным диаметром 300u8 была запрессована в корпус, а в корпусе — выполнена расточка диаметром 300H8. В качестве заготовки для корпуса штампа был использован штамповочный кубик с размерами 500×500×500 мм.

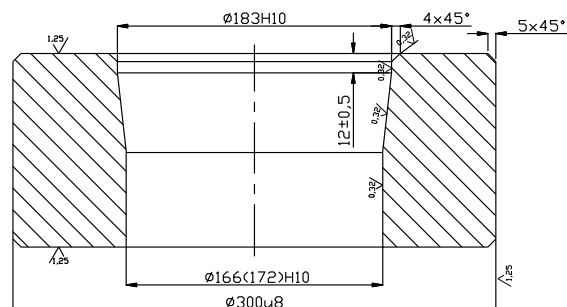


Рис. 3. Матрица

Методом редуцирования на гидравлическом прессе были получены трубы с наружным диаметром $D=166$ и 172 мм с толщиной стенки $S=26$ мм из трубы диаметром 180 мм с толщиной стенки 26 мм. Внутренний диаметр $d=128$ мм уменьшился до 120 мм и 114 мм. В обоих случаях произошло удлинение заготовки — заготовка длиной $L=108$ мм приобрела размер 115 мм, а заготовка длиной $L=117$ мм — 125 мм.

в миллиметрах

Заготовка				Изделие			
D	d	L	S	D	d	L	S
180	128	108	26	166	114	115	26
180	128	117	26	172	120	125	26

Усилие $P_{обж}$, требуемое для редуцирования заготовки, ориентировочно можно определить по следующей формуле [5]:

$$P_{обж} = s\sigma_B \left[\pi(D-d)(1+\mu \operatorname{ctg} \alpha) \frac{1}{\operatorname{ctg} \alpha} + \frac{1,825s}{K_{обж}} \left(1 + \frac{d}{r_m} - \cos \alpha \right) \right],$$

где σ_B — предел прочности штампуемого материала, МПа;

D и d — диаметры,

α — угол конуса обжима;

μ — коэффициент трения на поверхности контакта заготовки и матрицы;

$K_{обж}$ — фактический коэффициент обжима;

r_m — радиус закругления кромки матрицы.

Расчеты, выполненные по этой формуле, подтвердили, что усилие выбранного гидравлического пресса достаточно для редуцирования указанных заготовок.

Технологический процесс редуцирования труб с большими натягами внедрен на Ново-Карагандинском машиностроительном заводе для получения заготовок поршней, втулок при изготовлении гидравлических стоек механизированных крепей с целью получить меньшие припуски при механической обработке, приблизить размеры заготовок к размерам деталей.

Внедрение этого метода обеспечивает снижение трудоемкости обработки заготовок типа втулок и

гильз, уменьшение расхода металла (повышается коэффициент использования металла за счет применения заготовки меньшего профиля), сокращение затрат на инструмент, снижение загрузки металлорежущего

оборудования, а также получение в заводских условиях трубы необходимого размера в качестве заготовки для указанных деталей с необходимым наружным и внутренним диаметрами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Проскуряков Ю.Г. Технология упрочняюще-калибрующей и формообразующей обработки металлов. М.: Машиностроение, 1971. 208 с.
2. Проскуряков Ю.Г. Дорнование отверстий. М.: Машиностроение, 1961. 192 с.
3. Мастеров В.А. Теория пластической деформации и обработка металлов давлением. М.: Металлургия, 1989. 398 с.
4. Гун Г.Я. Теоретические основы обработки металлов давлением. М.: Металлургия, 1980. 456 с.
5. Рудман Л.И. Справочник конструктора штампов. М.: Машиностроение, 1988. 495 с.

УДК 621.791.12

И.А. БАРТЕНЕВ

Холодная сварка меди с алюминием

Холодная сварка — это сварка давлением при значительной пластической деформации без нагрева свариваемых частей внешними источниками тепла (ГОСТ 2601-84).

Для осуществления холодной сварки необходимо удалить со свариваемых поверхностей окислы и загрязнения и сблизить соединяемые поверхности на расстояние параметра кристаллической решетки (3...5 Å°). Это требует тщательной очистки деталей под холодную сварку и высокой пластичности металла. К таким высокопластичным металлам относятся медь, алюминий и многие цветные металлы.

Малое удельное электросопротивление меди и алюминия обуславливают их широкое применение в электротехнических изделиях и оборудовании (обмотки двигателей, трансформаторов, кабели, шины, кабельные наконечники и т.д.). В технике применяют также комбинированные кабельные наконечники и шины, одна часть которых изготовлена из алюминия, а другая — из меди. Соединение таких частей производят как встык, так и внахлестку.

Электроконтактная сварка меди и алюминия требует больших затрат электроэнергии, электродуговая сварка дает очень низкое качество сварного соединения, а пайка меди с алюминием сильно осложняется трудностью удаления окисной пленки с алюминия, подбором для обоих металлов флюса и припоя. Напыление меди на алюминий дает пористый слой с большим удельным сопротивлением, что недопустимо для кабельных наконечников и неизбежно приводит к значительным потерям меди при напылении. Поэтому была разработана технология холодной сварки медноалюминиевых кабельных наконечников с креплением медной пластинки к алюминиевому основанию. Технологический процесс изготовления медноалюминиевых наконечников включает следующие операции:

- отливка алюминиевых заготовок наконечников;
- отжиг медных пластин;
- химическая и механическая очистка медных пластин;
- обезжиривание заготовок;
- холодная сварка медной пластины с алюминиевой заготовкой;
- пробивка отверстия и обрубка по контуру наконечника;
- контроль качества.

Проведенные технологические эксперименты показали следующее.

Отжиг медных пластин целесообразно проводить при температурах порядка 700°C, что обеспечивает максимальную пластичность, необходимую для холодной сварки.

Химическая и механическая очистка заготовок должна выполняться до полного удаления окисных пленок. Травление лучше получается в растворах азотной и хромовой кислот, а механическая очистка — металлическими щетками.

Для получения соединения из нескольких сварных точек можно использовать как гидравлические прессы с плавным вдавливанием пуансона в медную пластину, установленную на алюминиевой заготовке, так и механические прессы с быстрым срабатыванием. Скорость вдавливания пуансона варьировалась в широких пределах, но на прочность соединения это мало повлияло. Была выбрана односторонняя схема вдавливания пуансона (рис. 1).

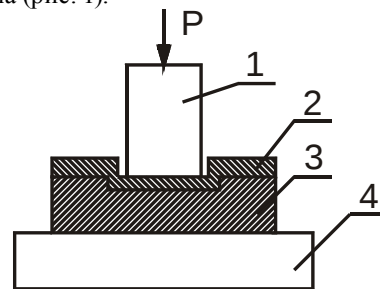


Рис. 1. Схема холодной сварки: 1 — пуансон; 2 и 3 — свариваемые детали; 4 — матрица

Усилие прессы должно быть от 500 до 1000 кН, а удельное давление 1500...2000 МПа. Относительная глубина вдавливания пуансона равна 80...90% или 2-3-м толщинам медной пластины. Высоту рабочего выступа пуансона следует выбирать из таблицы.

Хорошие результаты дает использование прижимов, закрепленных на пуансоне. Предварительное прижатие медной пластины повышает прочность соединения на 20...30%. В зависимости от размера кабельного наконечника количество выступов пуансона изменяется от 3 до 7. Форма выступов — прямоугольная, при соотношении сторон 1:4, а количество выступов задается из условия, что должна быть одна сварная точка на каждые 4 см² площади свариваемых по-

ВЫСОТА РАБОЧЕГО ВЫСТУПА ПУАНСОНА

Толщина алюминия, мм	2,0÷2,5	2,5÷3,0	3,0÷3,5	3,5÷4,0	4,0÷4,5	4,5÷4,0	4,0÷4,5	4,5÷5,0
Толщина меди, мм	1,0	1,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Высота рабочего выступа пуансона, мм	1,7	1,9	2,5	2,7	2,9	3,1	3,3	3,5

верхностей. Прочность точечного соединения пропорциональна относительной глубине вдавливания



Рис. 2. Зависимость прочности при точечной холодной сварке от величины относительной деформации: 1 — медь после отжига; 2 — алюминий после прокатки; 3 — алюминий после литья и отжига

пуансона и зависит также от вида металла и его пластичности в данном состоянии (рис. 2). Из графиков следует, что прочность соединения в большей степени

зависит от пластичности меди, а отжиг алюминия проводить нецелесообразно. Использование меди после прокатки, т.е. в наклепанном состоянии, дало очень низкую прочность.

Разработанная технология сварки имеет следующие достоинства:

- высокую производительность (300...400 деталей в час);
- возможность использования для сварки обычного прессового оборудования;
- отсутствие выделения вредных газов и образования паров металлов;
- малое переходное электрическое сопротивление «медь-алюминий» (6...14 мкОм), практически равное собственному сопротивлению этих металлов.

С использованием разработанной технологии холодной сварки в ЗАО КЗЭЛТО была изготовлена опытная партия медноалюминиевых кабельных наконечников. Таким образом, качество соединений, выполненных холодной сваркой, в большой степени зависит от качества подготовки свариваемых поверхностей и требует тщательного соблюдения технологии и высокой культуры производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стройман И.М. Холодная сварка металлов. Л.: Машиностроение, 1985. 224 с.
2. Николаев Г.А., Ольшанский Н.А. Специальные методы сварки. М.: Машиностроение, 1975. 232 с.

УДК 621.578

А.П. ЧУРИКОВ
В.М. ТРИШИН

Определение текущей толщины сечения среза и числа режущих зерен без учета разновысотности при шлифовании

В процессе шлифования зерно, перемещаясь в металле, совершает определенную траекторию относительно обрабатываемой поверхности. Для определения Q_z и изменения ее в зависимости от угла поворота круга ψ , продольной подачи $S_{пр}$, радиуса круга R , угловой скорости ω и зернистости рассмотрим сечение круга плоскостью, предположив, что все вершины зерен расположены на одном радиусе и чередуются равномерно с центральным углом φ' (см. рис.). Центральный угол φ' связан с зернистостью следующим соотношением:

$$\varphi' = \frac{l_{cp}}{R}, \quad (1)$$

где $l_{cp}(Z)$ — среднее арифметическое из расстояний между зернами круга для данного материала и зернистости Z .

Обозначим цифрой 1 зерно, находящееся на оси O_1Y , а все последующие обозначим по порядку по часовой стрелке. На рисунке показаны последовательно траектории, которые описывают зерна круга в си-

стеме координат XOY , связанной с деталью.

Возьмем траекторию зерна 1 и произвольного зерна i . Выберем произвольно точку $M_i(x_i; y_i)$ на траекто-

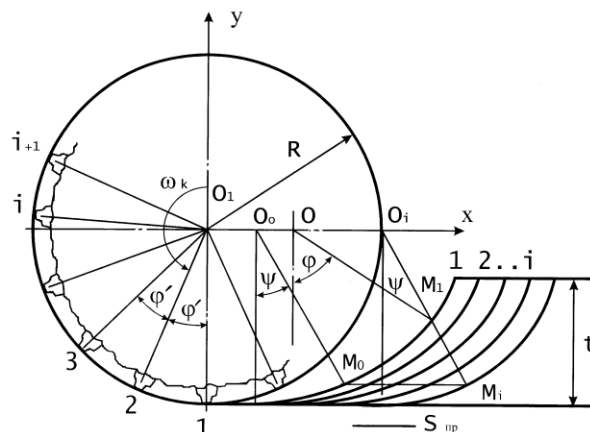


Схема определения текущей толщины сечения среза при зерна i . Положение точки M_i на траектории i определяется координатой оси вращения круга $O_i(x_{oi}; y_{oi})$ в си-

стеме XO_1Y , углом поворота ψ и величиной радиуса R .

Прямая O_iM_i (нормаль к траектории i) пересекается с траекторией зерна 1 в точке M_1 . Положение точки M_1 на траектории зерна 1 в системе XO_1Y определяется координатой оси вращения круга $O(x_{oi}; y_{oi})$, углом φ и радиусом круга R .

Для произвольной точки M_i величина толщины сечения среза, определенная по нормали к траектории i , равна (рисунок):

$$Q_{zi} = R - O_iM_i. \quad (2)$$

Из треугольника OO_iM имеем зависимости:

$$\angle OM_1O_i = 180^\circ - 90^\circ - \varphi + 90^\circ + \varphi = \varphi + \psi; \quad (3)$$

$$\frac{OO_i}{\sin \varphi - \psi} = \frac{OM_1}{\sin 90^\circ + \psi}; \quad (4)$$

$$\frac{O_iM}{\sin 90^\circ - \varphi} = \frac{OO_i}{\sin 90^\circ + \psi}; \quad (5)$$

$$\frac{O_iM}{\sin 90^\circ - \varphi} = \frac{OM_i}{\sin 90^\circ + \psi}. \quad (6)$$

Величина отрезка OO_i определяется:

$$OO_i = O_oO_i - O_oO = \frac{S_{np}}{\omega} i - 1 \varphi' - \frac{S_{np}}{\omega} \varphi - \psi. \quad (7)$$

Из формулы (6) имеем

$$O_iM = OM_1 \frac{\sin 90^\circ - \varphi}{\sin 90^\circ + \psi} = R \frac{\cos \varphi}{\cos \psi}. \quad (8)$$

С учетом формулы (7) получим:

$$Q_{zi} = R \left(1 - \frac{\cos \varphi}{\cos \psi} \right). \quad (9)$$

Для получения зависимости величины Q_{zi} от угла поворота ψ необходимо из формулы (9) исключить угол φ . Из выражения (4) получаем

$$OO_i = OM_1 \frac{\sin \varphi - \psi}{\sin 90^\circ + \psi}. \quad (10)$$

Подставляя полученное ранее выражение (7) для OO_i , находим:

$$\frac{S_{np}}{\omega} [i - 1 \varphi' - \varphi - \psi] = R \frac{\sin \varphi - \psi}{\cos \psi}. \quad (11)$$

После преобразований определяем угол φ в виде

$$\varphi = \psi + \frac{i - 1 \varphi'}{1 + \frac{\omega R}{S_{np} \cos \psi}}. \quad (12)$$

Тогда текущая величина сечения среза Q_{zi} по углу

поворота ψ для зерен, находящихся на угловом расстоянии $i - 1 \varphi'$, определяется как

$$Q_{zi} = R \left\{ 1 - \cos \left[\psi + \frac{i - 1 \varphi'}{1 + \frac{\omega R}{S_{np} \cos \psi}} \right] / \cos \psi \right\}. \quad (13)$$

С некоторыми упрощениями выражение (13) может быть приведено к виду

$$Q_{zi} = R \left\{ 1 - \frac{\cos \left[\psi + \frac{S_{i\delta}}{\omega R} i - 1 \varphi' \right]}{\left(1 + \frac{S_{i\delta}}{\omega R} \right) \cos \psi} \right\}. \quad (14)$$

Из выражений (13), (14) видно, что текущая величина среза зависит от параметров R , ψ , S_{np} , ω и комплекса $i - 1 \varphi' = i - 1 \frac{l_{cp} Z}{R}$.

Так как отделение металла производится при условии $Q_{zi} \geq k\rho$, где k — коэффициент, зависящий от свойств зерна, обрабатываемого материала и особенностей обработки, то задаваясь для данной зернистости различными значениями Q_{zi} и стабилизируя остальные параметры, можно решить выражение (13) относительно i , то есть получить номер зерна, для которого $Q_{zi} \geq k\rho$. По номерам режущих зерен можно получить вероятность того, что данное зерно будет резать. Задаваясь значениями Q_{zi} и изменяя параметры S_{np} , ω , R , Z , можно получить зависимости номера режущих зерен (а также вероятности появления режущих зерен) от данных параметров. Получение таких зависимостей в явном виде довольно затруднительно, поэтому выражение (13) было подсчитано относительно параметров S_{np} , ω , R , Z , Q_{zi} на ЭЦМ ЕС-1022.

Из результатов эксперимента видно, что изменение процента режущих зерен (6–36%), полученное из расчетов при изменении параметров в пределах $S_{np} = 8\text{--}24$ м/мин; $\omega = 157\text{--}471$ с, $R = 125\text{--}100$ мм; зернистость — 3; 16; 25; 40 для материала зерна 63С, хорошо согласуются с экспериментальными данными разных исследователей [1, 2, 3, 4 и др.]. Из имеющихся зависимостей можно определить номер режущих зерен и процент режущих зерен и тем самым сравнить производительность шлифования для различных режимов обработки, при различных абразивных материалах и зернистостях, так как производительность шлифования при прочих равных условиях определяется числом режущих зерен.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Маслов Е.Н. Теория шлифования металлов. М.: Машиностроение, 1974. 320 с.
2. Филимонов Л.Н. Высокоскоростное шлифование. Л.: Машиностроение, 1979. 248 с.
3. Королев А.В. Исследования процессов образования поверхностей инструмента и деталей при абразивной обработке. Саратов: Изд-во Саратовского университета, 1975. 189 с.

Стратегия выживания промышленных предприятий

Среди промышленных предприятий Карагандинской области — АО «Машиностроительный завод им. Пархоменко», завод по ремонту горно-транспортного оборудования УД АО «Испат-Кармет», АОЗТ «Каргормаш-ИТЭК» и АО «Карагандинский литейно-машиностроительный завод» — наиболее прочное финансово-экономическое положение в период с 1997 по 1999 гг. наблюдалось у завода РГТО [1]. Поскольку все исследуемые предприятия были ориентированы на угольную промышленность, ухудшение экономического положения в этой отрасли нашло отражение в их деятельности. Перепрофилироваться на выпуск другой продукции предприятиям не позволила их материально-техническая база.

В изучаемом периоде практически на всех предприятиях наблюдался рост объема незагруженных мощностей, что препятствовало экономии производственных издержек для оживления потребительского спроса и роста деловой активности. В изучаемом периоде предприятия использовали мощности ниже точки безубыточности, т.е. в зоне прямых убытков (из-за роста условно-постоянных расходов на единицу выпуска продукции при одновременном снижении условно-переменной составляющей производственных издержек). Отрицательно отразился простой мощностей на инвестиционной деятельности. Финансовые средства предприятий в значительном объеме направлялись на содержание и ремонт устаревшего оборудования, не оставляя реальных возможностей для осуществления инвестиционных проектов обновления производства. Несколько улучшилась ситуация с использованием основных фондов на заводе РГТО и АО «КЛМЗ» благодаря инвестициям со стороны АО УД «Испат-Кармет» и корпорации «Казахмыс». Приобретенное оборудование для этих предприятий, а это в основном станки с ЧПУ, позволили расширить ассортимент выпускаемой продукции.

Анализ производственно-технической базы предприятий показал, что сравнительно низкое выбытие неиспользуемых и морально устаревших мощностей, неадекватное поведению предприятий в условиях рынка, имеет простое объяснение — на это нет денежных средств. Реконструкция производства, демонтаж и скрапирование излишнего оборудования — капиталоемкие процессы. К тому же предприятия были лишены возможности продать неиспользуемое оборудование по объективным причинам. Во-первых, в силу жесткой технологической сопряженности отдельных производственных звеньев. Во-вторых, не сложившийся рынок и инфраструктура для сбыта бывшего в употреблении оборудования; традиционный его потребитель — малый и средний бизнес — находится в трудном положении. В-третьих, перспективна реализация универсального оборудования, используемая в разных сферах деятельности, тогда как специализированное сбыть сложно. Из исследуемых предприятий в наиболее выгодном положении находится завод им. Пархоменко, поскольку располагает

наибольшим объемом универсального оборудования. У завода РГТО лучше других предприятий возрастные параметры оборудования, по сути, формирующие «ядро» мощностей. Неслучайно именно эти два предприятия в изучаемом периоде активно работали по программе импортозамещения с корпорацией «Казахмыс» и АО УД «Испат-Кармет». Из-за ограниченности внутренних источников накоплений выйти из кризисной ситуации эти предприятия смогут, только опираясь на имеющиеся мощности и вовлекая их относительно конкурентоспособную часть в хозяйственный оборот. Этот фактор предприятиям необходимо использовать максимально, с тем чтобы оздоровить производство и сформировать финансово-экономический потенциал для последующей реконструкции мощностей.

Экономический анализ деятельности промышленных предприятий Карагандинской области позволил выявить реально существующие методы управления и их результаты. Несмотря на различия в выпускаемой продукции, рынках, квалификации управляющих, в развитии этих предприятий есть схожие этапы. Оценивая эти этапы с позиции доминирующих (предположительно) методических подходов, их можно обозначить как хозрасчетный, рыночный и хаотичный. Обобщение представляет интерес, так как на основании информации о развитии этих предприятий можно предположить, что выделенные методические подходы по-своему закономерны. Они объективно возникли в условиях кризиса предприятий и оказывались устойчивыми в течение некоторого промежутка времени (индивидуального для каждого предприятия).

Хозрасчетный метод связан с ориентацией на государственную помощь (как текущую, так и в перспективе) и стремлением к участию в государственных программах. Его основные элементы: сохранение традиционной номенклатуры под девизом «это было нужно раньше, это будет нужно и потом»; отгрузка продукции в долг; ориентация на планировавшиеся потребности традиционных покупателей, а не на платежеспособный спрос; уравнительная оплата труда и усилия по сохранению трудового коллектива. Этот подход (распространенный в 1991–1995 гг.) ограничен, т.к. является исходным для всех исследуемых предприятий, особенно это коснулось Ново-Карагандинского машиностроительного завода и завода по ремонту горно-шахтного оборудования, на базе которых создавались АОЗТ «Каргормаш-ИТЭК» и АО «Карагандинский литейно-машиностроительный завод». Реализация этого подхода прекращалась в связи со сменой собственника предприятий.

Рыночный подход предполагает ориентацию на собственные силы, умение самостоятельно спрогнозировать ситуацию в экономике и, не дожидаясь помощи государства, предпринять соответствующие шаги. Основные элементы такого подхода: модернизация продукции под девизом «надо повысить качество, будут больше платить»; отгрузка продукции по пред-

оплате; ориентация на прогнозируемую (не на текущую!) положительную динамику платежеспособного спроса; привлечение иностранных инвестиций; модернизация оборудования; дифференциация оплаты труда работающих. Этот подход возник как альтернатива «советскому» в виде его противоположности. Наибольшее распространение такой подход имел в 1995–1997 гг. Его носителями стали либо «продвинутая» часть старого директорского корпуса, либо новые собственники предприятий. Такой подход оказался характерным для АООТ «Машиностроительный завод им. Пархоменко» и завода по ремонту горно-транспортного оборудования.

Хаотичный подход характеризуется отсутствием ориентиров. Управленческие усилия не имеют стратегической направленности и выражаются в противоречащих друг другу мероприятиях. Этот подход чаще всего возникал в результате попеременного применения хозрасчетного и рыночного подходов при получении отрицательного результата в каждом случае. Его можно оценить как методический тупик после применения двух противоположных методов, который обычно возникает при смене собственника предприятия. Наиболее ярко это видно на примере АООТ «Карагандинский литейно-машиностроительный завод».

Анализ основных методических подходов к управлению промышленными предприятиями показал, что этот перечень следует дополнить еще одним — кризисным. Этот подход предполагает ориентацию на текущую ситуацию. Его основные элементы: кардинальное изменение и расширение номенклатуры выпускаемой продукции под девизом «быстрее налаживать производство того, за что сегодня платят»; ориентация на текущий платежеспособный спрос (преимущественно внутренний рынок); поиск новых покупателей; привлечение собственных средств и недорогих кредитов; динамичное управление трудовыми ресурсами; активное управление финансами предприятия. Этот подход возник как отрицание в равной степени и хозрасчетного, и рыночного подходов. Наибольшее распространение он получил в настоящее время на таких предприятиях, как завод им. Пархоменко, завод РГТО и АОЗТ «КЛМЗ».

В рамках кризисного подхода можно выделить два направления, различия между которыми связаны с оценкой перспектив развития экономики. Для выработки стратегии развития предприятия, в том числе и управления предприятием-банкротом, это очень значимый фактор. С этой точки зрения можно выделить следующие подходы: а) кризисная депрессия — ориентация на оценку нынешнего состояния экономики как депрессии. Данный подход требует от предприятия сохранения нынешнего объема ресурсов и управления ими в соответствии с текущими экономическими условиями. Однако если считать, что кризисный спад в экономике еще не завершен, то данный подход приводит к перегрузке предприятия ресурсами. При этом возрастающая нестабильность внешней среды вынуждает увеличивать скорость маневра ресурсами. Это ведет к потере устойчивости предприятия. Таким образом, этот подход тяготеет к хаотичному; б) кризисный спад — ориентация на углубление кризиса. Его основные элементы: текущее выживание в соче-

тании с ориентацией на прогнозируемую ближайшую перспективу; деление номенклатуры по принципу «сегодняшняя продукция должна обеспечить переход к завтрашней»; ориентация на текущий и прогнозируемый платежеспособный спрос — этот подход в виде сознательно проводимой стратегии практически не встречается. На практике имеют место его отдельные элементы, большей частью, связанные с текущим выживанием.

Первые три подхода — хозрасчетный, рыночный, хаотичный — не ориентированы на текущую ситуацию в экономике страны, поскольку хозрасчетный опирается на прошлую ситуацию, рыночный — на будущую, а хаотичный дезориентирован по своей сути. И только кризисный подход адекватен внешней среде предприятия. Важно подчеркнуть следующее: *чем дольше в управлении предприятием применяются подходы, не соответствующие текущему и будущему состоянию экономики страны, тем меньше остается ресурсных возможностей для перехода к адекватному подходу.*

Выход предприятий из кризисного состояния зависит от его причин и наличия времени для их устранения. Для того чтобы «погасить» кризисные явления в экономике предприятия, стратегия выживания должна обладать способностью действовать в реальном масштабе времени. Речь идет о необходимости гибкого реагирования на внезапные изменения среды. Подобными свойствами обладает управление на основе ранжирования стратегических задач по слабым сигналам и в условиях стратегических неожиданностей. Границы применения планового маневра здесь могут быть значительно расширены. Данная система позволяет реагировать вначале в самом общем виде на первые симптомы возникающей кризисной ситуации, а затем, по мере ее приближения, конкретизировать управленческие решения. В результате такой ранней диагностики увеличивается горизонт активного управления для реализации стратегии выживания.

Под целью выживания предприятия обычно понимается стремление к сохранению капитала. Ценность капитала может иметь различные формы выживания: в виде ценности совокупного капитала, собственного капитала и чистой (остаточной) ценности предприятия. Чистая ценность капитала предприятия является наиболее подходящим ориентиром с точки зрения как собственников капитала, так и персонала предприятия, в особенности его руководства. Чистая ценность предприятия рассчитывается путем дисконтирования чистых превышений поступлений над выплатами будущих периодов, что соответствует расчетной чистой прибыли (дохода) предприятия:

$$P_t = \sum_{i=1}^T D_i - Z_t \cdot \frac{1}{1+r}^t,$$

где P_t — чистая ценность предприятия в году t ;

D_t — ожидаемое поступление денежных средств в t -м году;

Z_t — ожидаемые выплаты в t -м году;

r — величина дисконта, т.е. расчетная ставка процента на вложенный капитал;

T — плановый период, охватываемый стратегией выживания предприятия;

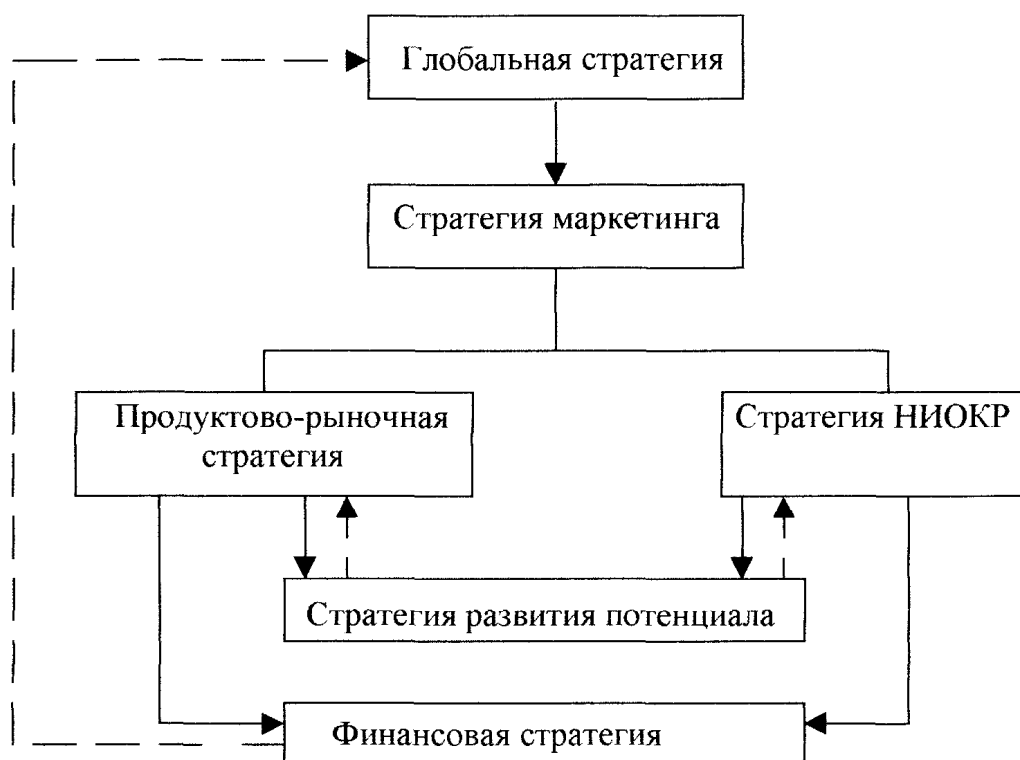
t — номер года планового периода.

Численные значения ценности капитала могут быть трех видов: $P_t = 0$; $P_t > 0$; $P_t < 0$. При $P_t = 0$ финансовые результаты будущей деятельности обеспечат все его обязательные платежи, в том числе выплаты дивидендов акционерам и проценты по кредитам, но не оставят какой-либо части прибыли для инвестирования. Условие $P_t > 0$ гарантирует не только выплаты всех обязательных платежей, но и получение прибыли, необходимой для реинвестиций. Наконец, в ситуации, когда $P_t < 0$, предприятие оказывается не в состоянии удовлетворить даже минимальные требования заинтересованных субъектов, т.е. может быть неплатежеспособным. Таким образом, конечным критерием выживания является достижение положительного значения показателя чистой стоимости капитала. Но когда уже изначально $P_t < 0$, тогда на первом этапе выхода из кризиса наиболее реалистичная цель — достижение неотрицательного значения P_t . Иначе говоря, в общем случае начальным критерием выживания следует считать условие $P_t > 0$.

Для определения состава и содержания стратегии выживания предприятия рассмотрим систему функциональных стратегий, в которых конкретизируется общий замысел выхода предприятия из кризисного состояния (рисунок).

цию системы управления предприятием. Если главной причиной кризиса является недостаточное знание запросов потребителей, то решающую роль в выходе из кризиса будет играть маркетинговая стратегия. Другими словами, система функциональных стратегий в период выхода предприятия из экономического кризиса имеет переменный состав, зависящий от характера породивших его причин. По итогам разработки функциональных стратегий показатели-ориентиры корректируются и принимают статус контрольных. Когда речь идет о стратегии выживания, показатели стратегической эффективности характеризуют меру приближения к условию $P_t > 0$.

Стратегия маркетинга включает результаты макро- и микросегментирования рынка, товарную политику предприятия, а также определяет методы, средства и время выхода на рынок. Проверка на осуществимость замысла (в том числе и замысла, направленного на обеспечение выживания системы) начинается с уточнения величины той части объема продаж и прибыли, которую можно получить за счет выпуска освоенной в производстве продукции и внедрения результатов законченных НИОКР. Более сложная ситуация возникает тогда, когда оказывается, что одной из основных причин кризиса предприятия является несоответствие ее продукции запросам рынка. Это несоответствие может



Типовая система функциональных стратегий промышленных предприятий

Примечание: сплошной линией обозначены прямые связи, а штриховой — обратные

В зависимости от причин кризиса должны меняться и наборы функциональных стратегий. Например, если основная причина кризисной ситуации на предприятии заключается в некомпетентности его руководства и неэффективной организационной структуре, то стратегия должна быть направлена на модифика-

цию системы управления предприятием. Если главной причиной кризиса является недостаточное знание запросов потребителей, то решающую роль в выходе из кризиса будет играть маркетинговая стратегия. Другими словами, система функциональных стратегий в период выхода предприятия из экономического кризиса имеет переменный состав, зависящий от характера породивших его причин. По итогам разработки функциональных стратегий показатели-ориентиры корректируются и принимают статус контрольных. Когда речь идет о стратегии выживания, показатели стратегической эффективности характеризуют меру приближения к условию $P_t > 0$.

новых модификаций базовых изделий. Наконец, несоответствие товаров может быть не только потребительским, но и экономическим. В данном случае имеются в виду товары, спрос на которые не достигает критической величины и (или) их цены не обеспечивают нормальной рентабельности [2]. Если невозможно осуществить мероприятие по снижению затрат на их изготовление, то они также подлежат снятию с производства. После этого формируется *продуктово-рыночная стратегия*, позволяющая определить номенклатуру и ассортимент изделий, обеспеченных спросом, объемы их продаж и величину прибыли по годам планового периода.

Стратегия НИОКР выявляет наиболее актуальные для потребителя, соответствующие целям предприятия и его потенциалу исследования и разработки и формирует их портфель, достаточный для получения в перспективе контрольных величин прибыли.

В результате разработки функциональных стратегий уточняются потребности в капитальных вложениях, размеры производственных и накладных расходов и составляющие будущей прибыли. Эта информация поступает на «вход» *финансовой стратегии*, которая предназначена для окончательной балансировки финансовых потребностей и возможностей предприятий, определения наиболее целесообразных форм привлечения заемных средств и уточнения численных значений показателей стратегической эффективности. Для кризисных условий стратегическая эффективность измеряется динамикой чистой ценности капитала. Однако на первом этапе выхода из кризиса финансовая стратегия содержит лишь мероприятия по финансовому оздоровлению экономики предприятия.

При раскрытии содержания функциональных стратегий в явном виде не описываются конкурентные стратегии. Особенностью выживания предприятия является то, что выбор конкурентных стратегий ограничен оборонительными и отчасти стратегиями отступления. Тем не менее в зависимости от конкретной конкурентной ситуации и финансовых возможностей предприятия, а также состояния других его функций могут быть выбраны различные виды стратегий.

Кризисная ситуация и неблагоприятный инвестиционный климат вынуждают промышленные предприятия из числа оборонительных стратегий выбирать наименее капиталоемкие. По этой причине содержание стратегии выживания дифференцируется по этапам выхода из кризиса. На первом этапе она по преимуществу содержит чрезвычайные меры по перестройке системы управления и оздоровлению финансов, а на втором этапе может включать различные инвестиции, направленные на развитие потенциала и улучшение качества изделий.

Обобщение и осмысление специфических моделей поведения промышленных предприятий Карагандинской области в кризисных условиях позволило автору сформулировать следующие выводы:

- попадание в кризисную фазу неизбежно заставляет руководителей применять антикризисные меры управления;

- антикризисное поведение предприятий зачастую противоположно тем действиям, которые эффективны в условиях экономического роста или стабилизации

экономики;

- в промышленности стихийно формируются различные антикризисные модели деятельности предприятий. Необходимо их изучать, признать и сознательно использовать на практике.

Динамика выхода из кризиса, а затем и экономического роста определяется не силой и полновластием государства, а его способностью поощрять развитие институциональных форм, адекватных времени. За кризисом, представляющим собой разрушение устаревшего и ведущим к пересмотру прежних представлений, важно разглядеть ростки нового, вокруг которого и должна совершаться перестройка всего экономического и социального пространства.

Наиболее важный вопрос, требующий пристального внимания, — это определение приоритетов государственной поддержки секторов и предприятий в целях оживления производства. В их числе необходимо выделить: во-первых, предприятия, которые уже сейчас занимают прочные позиции на внутреннем рынке, обладают потенциалом быстрого подъема и не могут реализовать его в силу нехватки оборотного капитала, неплатежей и ряда других причин; во-вторых, предприятия в секторах со сравнительно быстрым оборотом капитала (работающих преимущественно на потребительский рынок); в-третьих, производства, которые могут использовать свой потенциал роста на внутреннем рынке в связи с открывшимися возможностями импортозамещения.

Казахстану в среднесрочной перспективе необходимо решить важнейшую экономическую задачу создания импортозамещающих производств. Учитывая низкую конкурентоспособность отечественной продукции в сравнении с импортными как в отношении цены, так и качества продукции, для создания и поддержания здоровой конкуренции отечественных и иностранных производителей необходима государственная поддержка, которая в перспективе увеличит эффективность вложений частного капитала (в том числе иностранного) в такие отрасли, как, например, машиностроение, за счет увеличения инвестиционной привлекательности предприятий.

В решении поставленных вопросов ключевую роль призвана играть целевая установка — возродить, невзирая на кризис, экономический рост при усилении роли государства в формировании цивилизованных рыночных отношений и конкурентной среды, создании социально ориентированной и эффективно функционирующей рыночной системы.

В работе показано, что в целях оздоровления финансово-экономического положения промышленных предприятий, недопущения рецидивов долгового кризиса государством должны быть предприняты меры по устранению узких мест и повышению эффективности системы государственного регулирования денежного обращения.

Во-первых, необходимо устранить основные причины платежного кризиса путем перехода от жесткой политики количественного регулирования денежной массы к регулированию процентных ставок с их последовательным снижением и поддержанием уровня денежного предложения в соответствии со складывающимся спросом. Процентные ставки должны быть

снижены до уровня, приемлемого для привлечения кредитов предприятиями.

Во-вторых, должны быть предприняты меры по расчистке экономики от завалов взаимных неплатежей, проведены реструктуризация и снижение накопленной задолженности по процентам за просроченные долги государственному бюджету, снижение пеней и штрафов при условии своевременного выполнения текущих налоговых обязательств; проведены взаимозачет и реструктуризация задолженности предприятий с одновременным ужесточением ответственности должников за погашение просроченной задолженности; созданы необходимые условия для оборота залоговых инструментов.

Основное внимание должно быть сосредоточено на реализации мер по оживлению производственного потенциала. В решении этого вопроса ключевую роль играет политика развития, которая призвана обеспечить формирование иницирующего импульса подъема инвестиционной активности, необходимого для вывода экономики на траекторию устойчивого экономического роста.

Политика развития включает в себя:

- определение приоритетов долгосрочного социально- и технико-экономического развития;
- сохранение и развитие научно-производственного потенциала, формирование на этой основе промышленной, научно-технической и бюджетной поли-

тики, в том числе политики реструктуризации предприятий;

– обеспечение реализации промышленной, научно-технической и бюджетной политики посредством использования государственных гарантий, целевых инвестиционных программ, а также регулирование инвестиционной и стимулирование инновационной активности.

Важнейшей задачей системы регулирования экономики является наращивание экономической активности до уровня, соответствующего наличному производственному потенциалу. В экономический оборот могут быть вовлечены значительные резервы, замороженные в простаивающих производственных мощностях, незанятых трудовых ресурсов, неконтролируемом квазиденежном обороте. Для этого должны быть решены взаимосвязанные задачи: созданы адекватные макроэкономические условия, обеспечена эффективная работа механизмов рыночной конкуренции, устранены причины эскалации взаимных неплатежей предприятий, улучшена работа рыночной инфраструктуры, проведено реструктурирование промышленности.

Предложенные автором рекомендации позволят предприятиям осуществлять меры по предупреждению, профилактике и преодолению кризиса, снижению уровня его отрицательных воздействий на результаты их деятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аубакирова Г.М. Методическое руководство по финансово-экономическому планированию и моделированию деятельности предприятия в рыночных условиях. Караганда: КарГТУ, 1999. 32 с.
2. Аубакирова Г.М. Методы влияния цены и спроса на финансовые результаты деятельности предприятия // Наука и образование в стратегии рыночного развития: Сб. материалов Респ. научн.-техн. конф. Караганда: КарГТУ, 1999. С. 372–375.
3. Антикризисный менеджмент / Под ред. А.Г. Грязновой. М.: Ассоциация авторов и издателей «Тандем», Изд-во ЭКМОС, 1999. 368 с.
4. Хан Д. Планирование и контроль: концепция контроллинга. М.: Финансы и статистика, 1997. 85 с.

УДК 621.793.184.

В.Ф. ШВОЕВ
Д.Ш. УАЛИЕВ

Некоторые проблемы электроконтактной обработки металлов

Электроконтактная обработка (ЭКО) металлов является одной из разновидностей электроэрозионной обработки, при которой съем металла с обрабатываемой поверхности вызывается электрическими нестационарными контактно-дугowymi процессами между электродами при питании системы *инструмент–обрабатываемое изделие* от источника постоянного или переменного тока.

При ЭКО считается целесообразным использование постоянного тока, так как переменный ток, проходя через нуль, в течение некоторого промежутка «не работает». Инструмент-электрод за этот промежуток времени продолжает двигаться и, проходя определенное расстояние, трется о деталь, вследствие чего интенсивно изнашивается [1].

Электроконтактный метод позволяет реализовать в месте обработки весьма большие мощности и получать производительность, намного превышающую производительность других электроэрозионных мето-

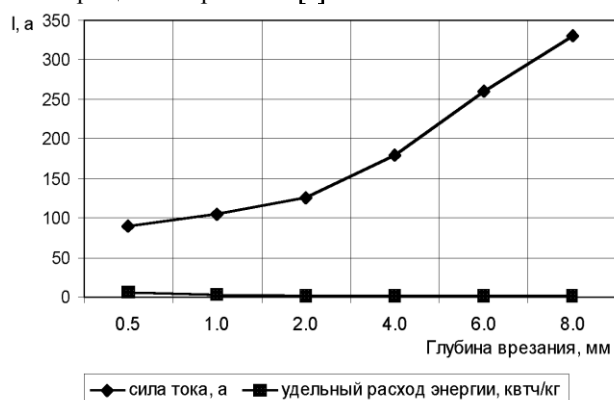
дов. ЭКО относится к числу перспективных методов электротехнологии, так как позволяет достигать высокой производительности при использовании относительно несложного оборудования и технологий.

В зависимости от значений параметров электрического режима (сила тока, напряжение), характера среды (воздух, жидкость) и других факторов ЭКО протекает с различными технологическими результатами (точность, чистота обработки) и различной интенсивностью (съем металла, скорость резания).

При малых глубинах резания и при неустановившихся режимах обработки удельный расход электроэнергии возрастает, так как доля расхода энергии на нагрев детали в тепловом балансе эрозионного промежутка велика. С увеличением глубины врезания удельный расход сначала быстро падает, затем приближается к некоторому минимуму и снова начинает возрастать (см. рис.) [1].

Представляется, что более подробное изучение

влияния увеличения глубины врезания на площадь эрозионного промежутка могло бы объяснить наличие некоторого минимума, приводящего к уменьшению удельной мощности, которая, возможно, зависит от физики процессов, происходящих в зоне контакта инструмента и обрабатываемой детали. Необходимо произвести изучение протекания процесса в контактной зоне. Возможно, что процессы протекают в условиях низкотемпературной плазмы. Данное предположение требует более глубоких доказательств, так как в настоящий момент нет достаточного понимания физики процессов при ЭКО [2].



Удельный расход энергии при обработке стали 45 в зависимости от глубины врезания и силы первичного тока при подаче 0,48 м/мин

Наиболее значительной проблемой ЭКО является то, что с повышением мощности, превышающей некоторую величину, пропорционально увеличиваются

неровности и появляется оплавленный слой металла на детали. Кроме этого, изменение глубины при процессе электроконтактной обработки также сказывается на величине неровности. При небольших глубинах обработки шероховатость поверхности увеличивается, что объясняется повышенной концентрацией тепла на обрабатываемых участках. Одновременно с образованием шероховатостей на поверхности детали в результате концентрации тепла возникает термический измененный слой [3].

Повысить качество обрабатываемого изделия при ЭКО, то есть уменьшить и шероховатость, представляется возможным при создании специализированных инструментов, так как увеличение окружной скорости инструмента улучшает качество поверхности обрабатываемого материала: снижается глубина слоя, подвергнутого термическому воздействию, и высота микронеровностей.

Существенным резервом повышения производительности и качества обработанной поверхности при ЭКО изделий является разработка научно обоснованных рекомендаций по оптимизации режимов и технологических параметров процесса [4]. Представляется целесообразным создание специализированных систем автоматизированного проектирования ЭКО, которая способствовала бы подбору режимов резания для отдельных материалов, обладающих разными теплофизическими свойствами. Из вышеизложенного следует, что правильный выбор режимов обработки позволит получить требуемое качество обрабатываемой поверхности при сохранении всех преимуществ электроконтактного метода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Попилов Л.Я. Основы электротехнологии и новые ее разновидности. М.: Машиностроение, 1971. 214 с.
2. Недоспасов А.В., Хайт В.Д. Основы физики процессов в устройствах с низкотемпературной плазмой. М.: Энергоиздат, 1991. 224 с.
3. Попилов Л.Я. Справочник по электрическим и ультразвуковым методам обработки материалов. Изд-е 2-е, доп. и перераб. Л.: Машиностроение, 1971.
4. Ушомирская Л.А., Курочкин В.Н., Калинин А.Г., Бенгард А.Э., Кюбарсэп В.Р. Оптимизация технологических параметров при электроконтактной обработке параметров // Повышение качества изготовления изделий в машиностроении: Межвуз. сб. науч. трудов. Л.: ЛПИ, 1990. 106 с.

УДК 622
Х.Г. АКАНОВ

Взаимодействие сдвигаемой с ленты увлажненной горной массы с погружным скребком

Экспериментальными исследованиями [1] было установлено существенное уменьшение сил прилипания транспортируемой увлажненной горной массы к рабочей поверхности конвейерной ленты в зоне, расположенной перед скребком. При этом сопротивление сдвигу горной массы на грузовой (верхней) ветви характеризуется значениями, заметно меньшими (примерно в полтора раза), чем для холостой ветви. Такое положение объясняется более высокой влажностью приконтактного слоя транспортируемой горной массы, особенно в зоне непосредственно перед разгрузочным барабаном. Вследствие быстро нарастающей деформации сжатия и сдвига нижней, приграничной части объема горной массы в зоне перед скребком

и «телом уплотнения», уменьшается ее объем, поверхность пор в ней, и соответственно часть выделившейся рыхлосвязанной воды, включая и свободную, выжимается в зону контакта на поверхности ленты.

Попытаемся определить, в первом приближении, основные соотношения и параметры возникающего объемного напряженного состояния деформированной (сдвигаемой) части объема транспортируемой горной массы, контактирующей с поверхностью ленты и погружным скребком. Предлагаемая схема очистки ленты погруженным в горную массу скребком показана на рис. 1.

Считаем, что высота слоя горной массы h_2 значительно превышает высоту зоны пластического течения

горной массы перед скребком, в которой скорость течения ее частиц отличается от скорости движения ленты v_L . Силами трения горной массы о ленту и скребок пренебрегаем. Полагаем, что рассматриваемая расчетная схема деформирования горной массы скребком может быть симметрично продолжена в отрицательной части оси Z (рис. 2). Такая схема эквивалентна схеме вдавливания штампа шириной $2a$ в полупространство транспортируемой горной массы со скоростью v_L .

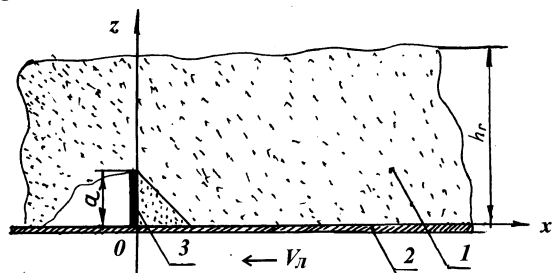


Рис. 1. Схема очистки ленты погружным скребком: 1 — транспортируемый груз; 2 — лента; 3 — скребок

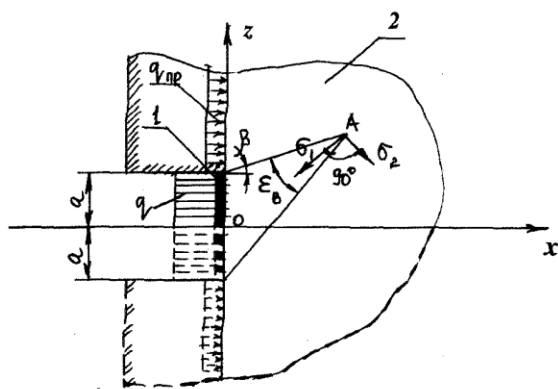


Рис. 2. Симметризованная расчетная схема для определения главных напряжений в транспортируемом материале: 1 — скребок; 2 — линейно-деформируемое полупространство

Для определения объемного напряженного состояния горной массы используем модель линейно-деформируемой среды [2]. Однако здесь, в отличие от абсолютно упругой среды, при уменьшении напряженной в линейно-деформируемой среде имеют место остаточные пластические деформации. Рассмотрим тонкий увлажненный слой горной массы на границе с лентой. При быстром деформировании влажного материала как линейно-деформируемой среды внешнее давление воспринимает поровая вода, и оно равно [2].

$$\begin{aligned} \sigma^* = P_o &= \frac{\sigma_x + \sigma_z}{2} = \frac{q_{кр}}{\pi} \varepsilon_s = \\ &= \frac{q_{кр}}{\pi} \left(\arctg \frac{z+a}{x} - \arctg \frac{z-a}{x} \right), \end{aligned} \quad (1)$$

где $q_{кр}$ — критическое давление, при котором происходит пластическое течение.

В дальнейшем, вследствие фильтрации воды, часть внешнего давления воспринимается твердой частью (скелетом) транспортируемой горной массы.

$$\sigma_m = \sigma^* - P,$$

где P — давление в поровой воде.

Для линейно-деформируемой среды выполняется соотношение [2]

$$\varepsilon = \varepsilon_0 - a_{yn} \sigma_m,$$

где ε_0 — начальный коэффициент пористости горной массы (среды);

ε — коэффициент пористости среды;

a_{yn} — коэффициент уплотнения среды.

При этом условии, исходя из закона фильтрации воды и неразрывности жидкой и твердой фаз среды, уравнение уплотнения двухфазной среды может быть приближенно записано в виде [2]:

$$\frac{dP}{dt} = \frac{d\sigma^*}{dt} + \frac{1+\varepsilon_{cp}}{\rho_s g a_{yn}} \left(\frac{\partial^2 P}{\partial x^2} \cdot K_x + \frac{\partial^2 P}{\partial z^2} \cdot K_z \right), \quad (2)$$

где ε_{cp} — средняя пористость за время уплотнения;

ρ_s — плотность воды;

K_x, K_z — коэффициенты фильтрации, соответственно вдоль осей X и Z .

В начальный момент уплотнения среды

$$\frac{\partial^2 P}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 \sigma^*}{\partial x^2}, \quad \frac{\partial^2 P}{\partial z^2} = \frac{\partial^2 \sigma^*}{\partial z^2}.$$

Если рассматривать достаточно тонкий слой транспортируемой горной массы вблизи ленты, то изменением P вдоль оси Z можно пренебречь. Во-первых, при малых значениях Z величина σ^* практически постоянна (рис. 3). Во-вторых, при глинистой транспортируемой горной массе, уплотненной в вертикальном направлении в процессе транспортирования, $K_z \gg K_x$, что препятствует изменению показанного на рис. 3 распределения $P(z) = \sigma^*(z)$. При этом из (1) при $Z = 0, \partial \sigma^* / \partial z = 0$, а из условия водонепроницаемости ленты при $Z = 0$ должно соблюдаться равенство $\partial P / \partial z = 0$.

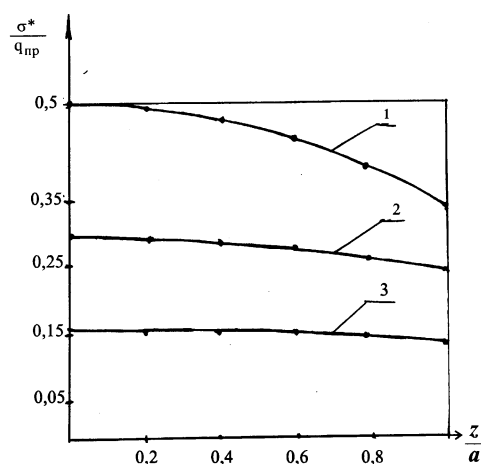


Рис. 3. Зависимость напряжений стабилизированного состояния горной массы от вертикальной координаты: 1 — $x = a$; 2 — $x = 2a$; 3 — $x = 4a$

Таким образом, в тонком граничном слое горной массы можно рассматривать одномерную задачу уплотнения вдоль оси X .

В общем случае трехфазной горной массы, содержащей некоторое количество воздуха в порах, для одномерной задачи уплотнения уравнение (2) принимает вид [2]

$$\frac{dP}{dt} = \frac{d\sigma^*}{dt} + \frac{1+\varepsilon_{cp}}{\rho_e g a_{yn} w} K_x \frac{\partial^2 P}{\partial x^2}, \quad (3)$$

где $w = 1 + \frac{\beta}{a_{yn}} \frac{1+\varepsilon_{cp}}{a_{yn}}$,

β — коэффициент объемной сжимаемости трехфазной горной массы.

При стационарном движении груза в пограничном слое до точки B (рис. 4)

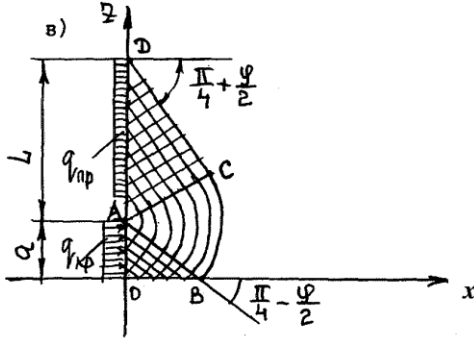


Рис. 4. Поля линий скольжения

$$\frac{dP}{dt} = \frac{\partial P}{\partial t} - v_l \frac{\partial P}{\partial x}, \quad \frac{\partial \sigma^*}{dt} = \frac{\partial \sigma^*}{\partial t} - v_l \frac{\partial \sigma^*}{\partial x},$$

причем $\frac{\partial P}{\partial t} = \frac{\partial \sigma^*}{\partial t} = 0$.

Отсюда, обозначая через $K = \frac{1+\varepsilon_{cp}}{\rho_e g a_{yn} w v_l} \cdot K_x$, имеем

$$K \frac{\partial^2 P}{\partial x^2} + \frac{\partial P}{\partial x} - \frac{\partial \sigma^*}{\partial x} = 0, \quad (4)$$

где из (1) $\frac{\partial \sigma^*}{\partial x} = \frac{q_{kp}}{\pi} \left(\frac{-2a}{x^2 + a^2} \right)$, при $Z = 0$

Уравнение (4) является уравнением первого порядка относительно функции $\partial P / \partial x$ и имеет известное решение

$$\frac{\partial P}{\partial x} = e^{\int \frac{dx}{K}} \cdot \left(\int \frac{\partial \sigma^*}{\partial x} e^{\int \frac{dx}{K}} \frac{\partial x}{K} + C_1 \right), \quad (5)$$

где C_1 — произвольная постоянная, определяемая из граничных условий.

Граничным условием справа является $\sigma_m = \sigma^* - P = 0$ при $X \rightarrow \infty$. Слева в точке B (при $X = X_0$) уплотненное ядро перед скребком является водонепроницаемой преградой. $\partial P / \partial x = 0$ при $X = X_0$. Таким образом, в (5) пределы интегрирования должны быть от $X = \infty$ до $X = X_0$. Поскольку интеграл в скобках в (5) не выражается в конечном виде, воспользуемся тем, что при обычных условиях значение $1/K$ очень велико и экспонента $e^{\int \frac{dx}{K}}$ изменяется гораздо быстрее, чем $\partial \sigma^* / \partial x$. Поэтому вынесем медленно изменяющийся множитель из-под знака интеграла

$$\int \frac{\partial \sigma^*}{\partial x} e^{\int \frac{dx}{K}} \frac{\partial x}{K} \approx \frac{\partial \sigma^*}{\partial x} \cdot \int e^{\int \frac{dx}{K}} \frac{\partial x}{K}.$$

Тогда приближенное решение уравнения уплотнения граничного слоя горной массы вдоль оси X : из условия $\partial P / \partial x = 0$ при $X = X_0$ следует

$$\frac{\partial P}{\partial x} = \frac{\partial \sigma^*}{\partial x} + C_1 e^{-\frac{x}{K}}.$$

$$C_1 = - \frac{\partial \sigma^*}{\partial x} \Big|_{x=X_0} \cdot e^{\frac{X_0}{K}}; \quad \frac{\partial P}{\partial x} \approx \frac{\partial \sigma^*}{\partial x} - \frac{\partial \sigma^*}{\partial x} \Big|_{x=X_0} \cdot e^{-\frac{x-X_0}{K}}.$$

Следовательно,

$$\frac{\partial \sigma_T}{\partial x} \approx \frac{\partial \sigma^*}{\partial x} \Big|_{x=X_0} \cdot e^{-\frac{x-X_0}{K}},$$

$$\sigma_T = K \frac{\partial \sigma^*}{\partial x} \Big|_{x=X_0} \cdot e^{-\frac{x-X_0}{K}} + C_2.$$

Из граничного условия $\sigma_m = 0$ при $X \rightarrow \infty$ имеем $C_2 = 0$.

$$\sigma_T = -K \frac{\partial \sigma^*}{\partial x} \Big|_{x=X_0} \cdot e^{-\frac{x-X_0}{K}} = \frac{2aq_{kp}K}{\pi x_0^2 + a^2} e^{-\frac{x-X_0}{K}}. \quad (6)$$

Заметим, что решение (6) является точным решением задачи одномерного уплотнения, если $K_z = K_x = K_\phi$. В этом случае, пользуясь тем фактом, что из решения задачи теории упругости (1) $\frac{\partial^2 \sigma^*}{\partial x^2} = -\frac{\partial^2 \sigma^*}{\partial z^2}$ (при $Z \rightarrow 0$), можно произвести в уравнении (2) замену искомой переменной $P(z, x)$ на $\sigma_m(x, z) = \sigma^* - P$. Уравнение (2) приобретает вид

$$K \left(\frac{\partial^2 \sigma_T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \sigma_T}{\partial z^2} \right) = \frac{\partial \sigma_T}{\partial x},$$

а в одномерном варианте

$$K \frac{\partial^2 \sigma_T}{\partial x^2} = \frac{\partial \sigma_T}{\partial x}. \quad (7)$$

При последовательном интегрировании выражения (7) с учетом граничных условий получаем решение (6). Поэтому из сделанных выше предположений существенным является лишь предположение об одномерном уплотнении граничного слоя горной массы. Это предположение представляется вполне правым, т.к. в уравнении (4) мы уже перешли от переменных Лагранжа к переменным Эйлера, рассматривая не состояние элементов горной массы, а состояние элементов среды, в которой происходит сложное движение элементов горной массы. Для состояния элементов среды определяющее значение имеют соотношения теории упругости. При этом мы абстрагируемся от процессов переноса жидкой и твердой фаз, происходящих в зоне пластического течения. При стационарном течении эти процессы обеспечивают соблюдение соотношений теории упругости. Поэтому предположения, основанные на характере распределения σ^* , представляются вполне правомерными.

Решение (6) в точке B позволяет определить изменение пористости и влагонасыщенности транспортируемой горной массы в зоне очистки рабочей поверхности конвейерной ленты:

$$\varepsilon_0 - \varepsilon = a_{yn} \sigma_T, \quad \eta = \frac{\rho_T w}{\varepsilon \rho_e},$$

где ε_0 — начальная пористость горной массы (при $X \rightarrow \infty$);
 w — весовая влажность (из-за довольно высокой скорости уплотнения можно считать ее неизменной);
 ρ_m, ρ_g — плотность твердой и жидкой фаз горной массы;
 η — коэффициент влагонасыщенности.
 В точке B получаем

$$\varepsilon = \varepsilon_0 - \frac{2aq_{kp}}{\pi x_g^2 + a^2} \cdot \frac{1 + \varepsilon_{cp} K_x}{\rho_g g w v_l}. \quad (8)$$

Здесь важную роль играет величина x_g :

$$x_g = a \cdot \operatorname{tg} \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2} \right).$$

Влагонасыщенность горной массы определится как

$$\eta = \frac{\rho_T}{\rho_g} w \left[\varepsilon_0 - \frac{2aq_{kp}}{\pi x_g^2 + a^2} \cdot \frac{1 + \varepsilon_{cp} K_x}{\rho_g g w v_l} \right]^{-1}.$$

Поскольку весовая влажность горной массы изменяется незначительно из-за относительно высокой скорости ее сжатия при обычных скоростях движения

ленты, величину w можно считать равной первоначальной влажности. Поэтому с увеличением степени сжатия горной массы ее влагонасыщенность растет, и все результаты анализа полученных зависимостей применительно к изменению пористости непосредственно переносятся на изменение влагонасыщенности.

Анализ полученных результатов показывает, что угол внутреннего трения горной массы φ весьма сложно влияет на изменение пористости и влагонасыщенности, но в целом с ростом φ значение q_{kp} растет очень быстро, и влагонасыщенность η в точке B возрастает. Для анализа влияния других факторов запишем (8) при условии $\varphi = 0$, подставляя в (8) выражения для q_{kp}, L, X_g :

$$\Delta \varepsilon = \varepsilon_0 - \varepsilon = \frac{K_x}{8\pi a \rho_g g w} \cdot \frac{1 + \varepsilon_{cp} \rho_r}{\rho_g} \cdot \left[5v_l + \frac{8g}{v_l} h_r - 2a \right]. \quad (9)$$

Таким образом, увеличение высоты погружного скребка снижает эффект уплотнения и обводнения в точке B , уменьшая тем самым эффективность его применения и существенно увеличивая удельную энергоёмкость самого процесса очистки поверхности конвейерной ленты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аканов Х.Г. О природе сдвига прилипшего глинистого грунта с рабочих поверхностей горно-транспортных машин // Техн. науки / Сб. ВН и ССО КазССР. Алма-Ата, 1985. Вып. 1. С. 121–130.
2. Бородавкин П.П. Механика грунтов в трубопроводном строительстве. М.: Недра, 1986. 224 с.

УДК 622.867.2

Х.Г. АКАНОВ

Определение условий эффективной очистки ленты упругим диском

Рекомендуемое дисковое очистное устройство [1] очищает ленту путем выдавливания прилипшего слоя из-под диска до полного отрыва. Давление под поверхностью диска, контактирующего с лентой, зависит от угла обхвата лентой диска, его ширины и усилия прижатия к ленте.

Если прилипший слой продавливается диском, то последующее его удаление обеспечивается сдвигом, при этом диск сначала уводит лентой упруго, но затем боковые деформации возрастают настолько, что возникает проскальзывание, обеспечивающее требуемое качество очистки. Однако, если жесткость в боковом направлении резинового диска незначительна, то возникает его увод по направлению движения ленты (рис. 1), при этом эффективность очистки от сдвига снижается.

Целью настоящей работы является определение условий, при которых обеспечивается очистка ленты.

$$\begin{aligned} \sigma_{0\max} &> \sigma_k, \\ \tau_{0\max} &> \tau_k + \tau_l, \end{aligned} \quad (1)$$

где $\sigma_{0\max}$ — максимальное нормальное давление, развиваемое диском в зоне контакта с лентой;
 σ_k — нормальное давление, при котором прилипший слой горной массы выдавливается из зоны контакта;

$\tau_{0\max}$ — максимальное касательное давление (усилие), развиваемое диском в зоне контакта;

τ_k — касательное напряжение, при котором происходит сдвиг прилипшего слоя относительно ленты;

τ_l — касательное усилие, возникающее в месте контакта диска с лентой.

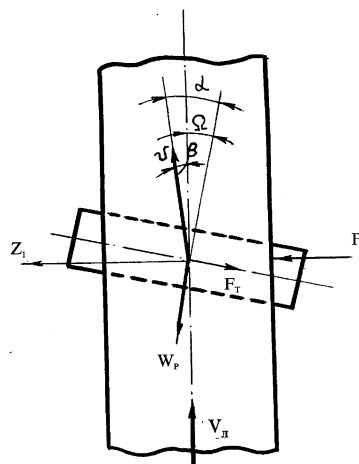


Рис. 1. Расчетная модель для определения боковой силы

Если не выполняется первое неравенство в (1), то

очистной диск перекачивается по прилипшему слою, не выдавливая его; если не выполняется второе условие, то очистной диск не сдвигает прилипший слой, а изгибается (рис. 2) под совместным действием сдвигающих усилий в зоне контакта от ленты и прилипшего (примерзшего) слоя, т.е. $\tau_0 = \tau_k + \tau_l$.

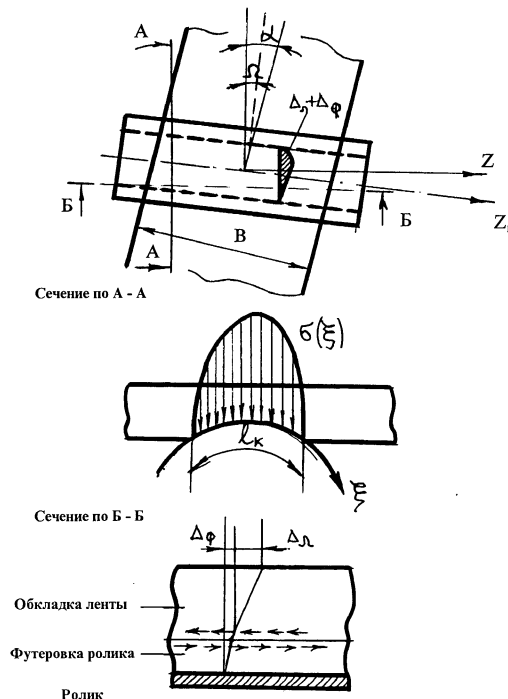


Рис. 2. Основные соотношения при движении ленты по ролику (дису)

Рассмотрим механизм взаимодействия ленты с упругим диском, установленным под некоторым углом к ленте, для чего воспользуемся результатами работы [2, 3], в которых описан механизм взаимодействия ленты с роликом при достаточно общих предположениях относительно механических свойств ленты и ролика.

Рассмотрим напряжения и деформации, возникающие в месте контакта ленты с диском в предположении, что нагрузка неравномерно распределена по образующей диска. Допустим, что результирующая боковая сила F_6 некоторых сил, сущность которых рассматривать здесь не будем, обеспечивает равномерное поступательное движение ленты со скоростью v , направленной под углом α к прямой, перпендикулярной оси диска (рис. 1).

Угол α , как отмечалось в [2, 3], может складываться из угла перекося ролика относительно оси конвейера Ω и угла между направлением абсолютной скорости ленты и осью конвейера β . Результирующая сила F_6 уравнивается силой трения контактирующих поверхностей F_m , направленной вдоль образующей ролика, и силой сопротивления движению W_p . Приблизительно можно сказать, что сила W_p направлена перпендикулярно образующей. Принято, что деформации имеют место только по толщине контактирующей нижней обкладки ленты и футеровки ролика в пределах зоны контакта [2]. Тогда точки, принадлежащие нижней поверхности ленты, входя в контакт

с роликом, сдвигаются по окружности ролика и смещаются вдоль его образующей по некоторому закону $\Delta_l \xi, z$ (здесь ξ — неподвижная криволинейная координата, совмещенная с образующей ролика, z — координата вдоль образующей ролика) (рис. 2). При этом точки на поверхности футеровки также смещаются вдоль образующей по закону $\Delta_\phi \xi, z$. Соотношение между Δ_l и Δ_ϕ может быть найдено из условия равенства касательных напряжений на границе контакта ленты и футеровки [2]:

$$G_l \frac{\Delta_l}{h_l} = G_\phi \frac{\Delta_\phi}{h_\phi}, \quad (2)$$

где G_l и G_ϕ — модули сдвига;

h_l и h_ϕ — толщины нижней обкладки ленты и футеровки соответственно.

При отсутствии скольжения ленты относительно ролика (как вдоль образующей, так и перпендикулярно ей) функции Δ_l и Δ_ϕ изменяются по следующему закону:

$$\Delta_l + \Delta_\phi = \xi \tan \alpha. \quad (3)$$

Отсутствие проскальзывания ленты вдоль образующей ролика определяется условием не превышения касательными напряжениями на границе контакта удельных сил трения покоя

$$\frac{G_l}{h_l} \Delta_l \xi, z \leq f_0 \sigma \xi, z, \quad (4)$$

где f_0 — коэффициент трения покоя;

$\sigma(\xi, z)$ — нормальные напряжения в контакте, распределенные по определенному закону.

При нарушении условия (4) наступает проскальзывание контактирующих поверхностей, и смещение Δ_l определяется из соотношения

$$\frac{G_l}{h_l} \Delta_l \xi, z \leq f_{ск} \sigma \xi, z, \quad (5)$$

где $f_{ск}$ — коэффициент трения скольжения.

Таким образом, касательные напряжения τ на границе контакта определяются выражениями:

$$\tau \xi, z = \begin{cases} \frac{\xi \tan \alpha}{h_l/G_l + h_\phi/G_\phi}, & 0 \leq \xi \leq \xi_1, \\ f_{ск} \sigma \xi, & \xi_1 \leq \xi \leq l_k, \end{cases} \quad (6)$$

где кривая $\xi_1(z)$, то есть зависимость точек ξ_1 — перехода ленты в области контакта от упругого к полному проскальзыванию от координаты z , определяется уравнением

$$\xi_1 z = \frac{f_0 \sigma \xi_1, z}{\tan \alpha} \left(\frac{h_l}{G_l} + \frac{h_\phi}{G_\phi} \right). \quad (7)$$

Для эффективной очистки необходимо, чтобы точка $\xi_1(z)$ начала проскальзывания диска по ленте была максимально приближена к точке начала контакта диска с лентой, т.к. в этом случае очистка зоны ленты наиболее эффективна. Из формулы (7) следует, что это достигается при увеличении угла поворота диска (величина $\tan \alpha$ возрастает).

Однако при этом следует иметь в виду, что при

проскальзывании диска по всей длине контакта l_k произойдет увеличение его износа; результаты эксперимента показывают, что наиболее целесообразным является $\xi_1 \approx (0,3 \div 0,5) l_k$, откуда угол поворота

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{f_0 \sigma \xi_1 z}{0,3 l_k} \left(\frac{h_l}{G_l} + \frac{h_\phi}{G_\phi} \right). \quad (8)$$

Из формулы (8) можно определить упругие характеристики диска (величины h_ϕ и G_ϕ), обеспечивающие необходимый угол α (величины h_l и G_l , характеризующие ленту, считаем заданными).

Величину боковой силы F_ϕ , уравновешивающей действие касательных напряжений и силы сопротивления движению ленты, определим, интегрируя по всей площади контакта проекции касательных напряжений τ на ось z , перпендикулярную оси конвейера X .

$$F_\phi = \cos \Omega \int_0^{B_1/\cos \Omega} \int_0^{l_k} \tau dz d\xi - P w' \sin \Omega, \quad (9)$$

где B_1 — ширина диска;

l_k — длина дуги обхвата диска лентой;

w' — общий коэффициент сопротивления движению ленты;

P — сила прижатия ленты к единичному диску.

Величина угла поворота диска α_k , соответствующая максимальному значению боковой силы F_ϕ , в общем случае определяется путем исследования зависимости (9) на максимум

$$\partial F_\phi / \partial \alpha \big|_{\alpha=\alpha_r} = 0,$$

$$\partial^2 F_\phi / \partial \alpha^2 \big|_{\alpha=\alpha_r} < 0.$$

С другой стороны, боковая сила F_ϕ достигает максимального значения в случае, если уравнение (7) не имеет решений, кроме тривиального $\xi_1 = 0$, то есть когда по всей зоне контакта касательные напряжения имеют вид

$$\tau = f_{ck} \sigma \xi, z.$$

На основании решения контактной задачи для случая охвата цилиндра лентой на не очень большой дуге известно, что нормальные напряжения по образующей цилиндра могут быть с достаточной точностью описаны [4] в виде параболического распределения

$$\sigma \xi = 4 \sigma_0 \frac{\xi}{l_k} \left(1 - \frac{\xi}{l_k} \right). \quad (10)$$

Однако эта зависимость с достаточной точностью может быть заменена более удобной для анализа синусоидальной зависимостью. Определим величины α_k и F_ϕ для случая, когда нормальные напряжения в контакте равномерно распределены по ширине ленты (не являются функцией z) и имеют вид

$$\sigma = \sigma_0 \sin \frac{\pi}{l_k} \xi. \quad (11)$$

При заданной величине силы прижатия ленты к диску P наибольшее значение нормального напряжения σ считаем зависящим от длины контакта ленты с диском l_k (которое является заданной конструктивной величиной). Тогда максимальная амплитуда нормальных напряжений определяется как

$$\sigma_0 = P \frac{\pi}{2 B_1 l_k}. \quad (12)$$

Из выражений (7) и (9) получаем после вычислений

$$\left. \begin{aligned} \alpha_k &= \operatorname{arctg} \left[\frac{\pi^2 f_0}{2 l_k^2} \left(\frac{h_l}{G_l} + \frac{h_\phi}{G_\phi} \right) \frac{P}{B_1} \right], \\ F_{\phi_{\max}} &= P \left[f_{ck} - w' \sin \Omega \right]. \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

Таким образом, из первой формулы системы (12) следует важный качественный вывод: величина угла поворота диска α_k зависит как от характеристик контактирующих поверхностей, так и от параметров конвейера. Наиболее оптимальным является угол, равный 20° .

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.С. № 253649 СССР. Устройство для очистки ленты конвейера / Аканов Х.Г., Андреев А.В. Бюллетень изобретений и товарных знаков. 1979. №30.
2. Дмитриев В.Г. Теория установившегося движения ленты и повышение ее ресурса на конвейерах горных предприятий: Дис. ... докт. тех. наук. М.: МГГУ, 1994. 429 с.
3. Новиков Е.Е., Смирнов В.К. Теория ленточных конвейеров для крупнопусковых горных пород. Киев: Наукова думка, 1983. 180 с.
4. Штаерман И.Л. Контактные задачи теории упругости. М.: Госгортехиздат, 1949. 270 с.

УДК 622.1: 622.271
С.К. АБЕЛЬСЕИТОВА

Оценка влияния величин прочностных характеристик породных контактов на устойчивость анизотропных откосов

Устойчивость карьерных откосов в анизотропной среде определяется наличием трещин, служащих поверхностями скольжения (ослабления). При этом отдельными исследователями (Сапожников В.Т., Ким, Попов И.И., Окатов Р.П., Попов В.Н. и др.) установлены основные типы возможных обрушений прибортовых массивов, сложенных скальными и полускальными породами, и разработаны расчетные схемы по оценке их устойчивости [1, 2].

Проведем исследования влияния величин прочностных характеристик породных контактов на степень устойчивости карьерных откосов при обрушении их в виде породных блоков или призм. За основу приняты теоретические разработки проф. Окатова Р.П. [2] и границы изменения прочностных характеристик породных контактов, сцепление $k' = 1-10 \text{ т/м}^2$, угол трения $\rho' = 15-25^\circ$ и плотность $\gamma = 1,5-3,5 \text{ т/м}^3$.

При рассмотрении расчетной схемы I (рис.1,а) откос обрушается в виде породного блока по наклонной или пологой согласнопадающей поверхности ослабления. Устанавливались зависимости изменения коэффициента устойчивости откоса $n_{уст}$ от значений прочностных характеристик породных контактов: k' , ρ' и γ , т.е. $n_{уст} = f(k', \rho' \text{ и } \gamma)$, приведенные на рис. 1, б,в,г и сведенные в таблицу. Анализ полученных зависимостей показывает следующее:

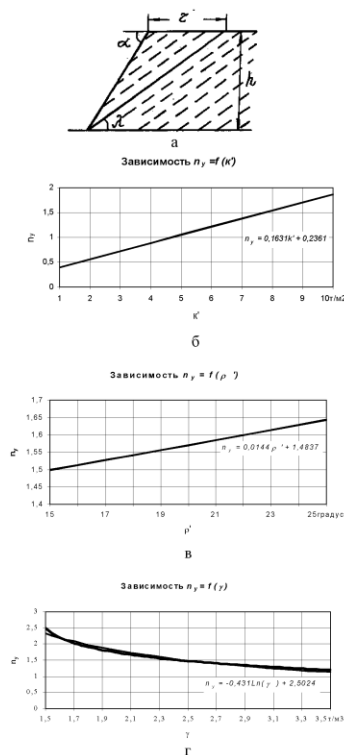


Рис. 1. Расчетная схема I: а — расчетная схема; б — $n_y = f(k')$; в — $n_y = f(\rho')$; г — $n_y = f(\gamma)$

**ИЗМЕНЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА УСТОЙЧИВОСТИ ОТКОСА
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОРОДНЫХ КОНТАКТОВ**

Номер схемы	Исследуемая величина	Уравнение функции	Величина достовер- ности аппроксима- ции R^2	Тип аппроксими- рующей кривой	Изменение $n_{уст}$ при изменении величины на 1 значение, %
I	ρ'	$n_{уст} = 0,014 \rho' + 1,416$	0,9995	Линейная	4
	k'	$n_{уст} = 0,163 k' + 0,236$	1,0	Линейная	7,6
	γ	$n_{уст} = 0,448 \ln(\gamma) + 2,52$	0,9752	Логарифмическая	13
II	ρ'	$n_{уст} = -0,004 \rho' + 1,269$	0,9999	Линейная	1,0
	k'	$n_{уст} = 1,140 k' + 0,622$	0,9906	Степенная	0,3
	γ	$n_{уст} = -0,083 \gamma + 1,0893$	0,9981	Линейная	7,9
III	ρ'	$n_{уст} = -9E-08 \rho' + 5,458$	0,9962	Линейная	0,2
	k'	$n_{уст} = 0,143 k' + 4,309$	1	Линейная	4,0
	γ	$n_{уст} = -1,375 \ln(\gamma) + 7,23$	0,9713	Логарифмическая	33
IV	ρ'_1	$n_{уст} = 0,172 \rho'_1 + 5,458$	0,9917	Линейная	6
	k'_1	$n_{уст} = -0,001 k_1^6 + 0,032 k_1^{15} - 0,403 k_1^{14} + 2,377 k_1^3 - 6,451 k_1^{12} + 7,676 k_1' - 3,205$	0,9752	Полиномиальная 6 степени	
	ρ'_2	$n_{уст} = 0,008 \rho'_2 + 3,416$	0,9997	Линейная	0,2
	k'_2	$n_{уст} = 0,663 k'_2 + 0,131$	1	Линейная	16
	γ	$n_{уст} = -4E-05 \gamma^6 - 0,0002 \gamma^5 + 0,005 \gamma^4 - 0,055 \gamma^3 + 0,222 \gamma^2 - 0,397 \gamma + 5,907$	0,9963	Полиномиальная 6 степени	66
V	ρ'_1	$n_{уст} = 0,004 \rho'_1 + 0,982$	0,9994	Линейная	0,2
	k'_1	$n_{уст} = 0,115 k'_1 + 0,424$	1	Линейная	4
	ρ'_2	$n_{уст} = 0,002 \rho'_1 + 0,979$	0,9991	Линейная	0,5
	k'_2	$n_{уст} = 0,004 k'_2 + 0,676$	1	Линейная	10
	γ	$n_{уст} = -0,319 \ln(\gamma) + 1,78$	0,971	Логарифмическая	30

– с увеличением сцепления k' и угла внутреннего трения ρ' по породным контактам закономерно повышается устойчивость анизотропных откосов. При этом надежность определения значений прочностных характеристик k' и ρ' должна быть в пределах 1 т/м² и 2,5°, что соответствует 10% предельному отклонению коэффициента устойчивости;

– с увеличением значений плотности пород происходит уменьшение устойчивости откосов.

При аналогичном рассмотрении расчетной схемы II, когда откос обрушается в виде породной призмы по крутопадающей поверхности скольжения продольного согласноподпадающего залегания и массиву устанавливались те же самые зависимости (см. таблицу): $n_{уст} = f(k', \rho' \text{ и } \gamma)$. При этом надо отметить, что при увеличении сцепления по породному контакту устойчивость анизотропного откоса повышается по степенной функции. По всей вероятности, это связано с большим влиянием прочностных характеристик массива, по которому реализуется (сдвигается) породная призма обрушения. Это обстоятельство наглядно подтверждается незначительным влиянием на устойчивость откоса угла трения по породному контакту. В этом случае

устойчивость откоса в основном определяется надежностью определения прочности пород массива.

При рассмотрении расчетной схемы III (рис.2, а), когда откос обрушается в виде породного блока по диагональной согласноподпадающей наклонной или пологой поверхности ослабления и отрывается от массива, устанавливались зависимости $n_{уст} = f(k', \rho' \text{ и } \gamma)$. Анализ полученных связей (рис. 2, б, в, г) показывает, что сцепление и плотность влияют на степень устойчивости откоса, а угол внутреннего трения практически не влияет. Поэтому при расчетах устойчивости откосов значение угла трения по породным контактам может быть принято в обычном диапазоне (по данным исследований других авторов): сцепление до 3 т/м², а плотность до 0,1 т/м³.

При рассмотрении расчетной схемы IV, когда откос обрушается в виде породной призмы по согласноподпадающей крутой и пологой поверхностям ослаблений продольного залегания, устанавливались зависимости: $n_{уст} = f(k'_1, k'_2, \rho'_1, \rho'_2 \text{ и } \gamma)$. При этом необходимо отметить, что в целом увеличение значений сцепления и угла трения по породным контактам повышает устойчивость откосов, а увеличение плотности пород

уменьшает их устойчивость. Точность определения исходных величин должна колебаться в следующих пределах: ρ' до 1° , k' до 1 т/м^2 и γ до $0,1 \text{ т/м}^3$.

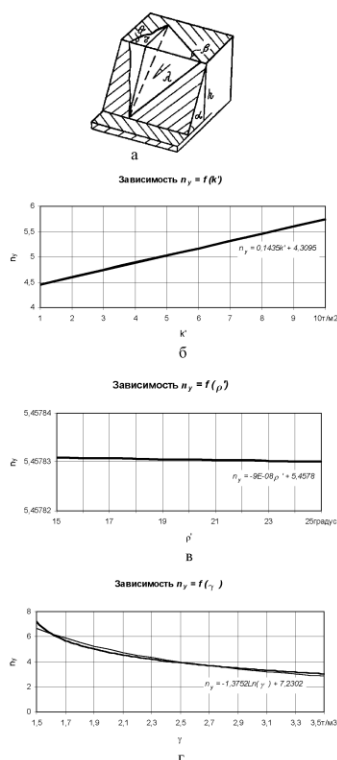


Рис. 2. Расчетная схема III: а — расчетная схема; б — $n_y = f(k')$; в — $n_y = f(\rho')$; г — $n_y = f(\gamma)$

При рассмотрении расчетной схемы V (рис. 3, а), когда откос обрушается в виде породного клина по двум сопряженным согласнопadaющим диагональным наклонным поверхностям ослабления, устанавливались зависимости: $n_{y\text{см}} = f(k'_1, k'_2, \rho'_1, \rho'_2 \text{ и } \gamma)$, которые приведены на рис. 3, б, в, г. Анализ зависимостей показывает, что с увеличением прочностных характеристик k' , ρ' устойчивость откоса плавно повышается, а увеличение плотности закономерно уменьшается. При этом точность определения значений прочностных характеристик по контакту, например, сцепления должна составлять от 1 до $2,5 \text{ т/м}^2$, угла трения $2-5^\circ$ и плотности $0,3 \text{ т/м}^3$.

На основе выполненных исследований можно сде-

лать следующие выводы:

- установлены эмпирические зависимости влияния прочностных характеристик породных контактов на состояние устойчивости анизотропных откосов;
- определены граничные интервалы наибольшего влияния значений прочностных характеристик породных контактов при оценке устойчивости анизотропных откосов;

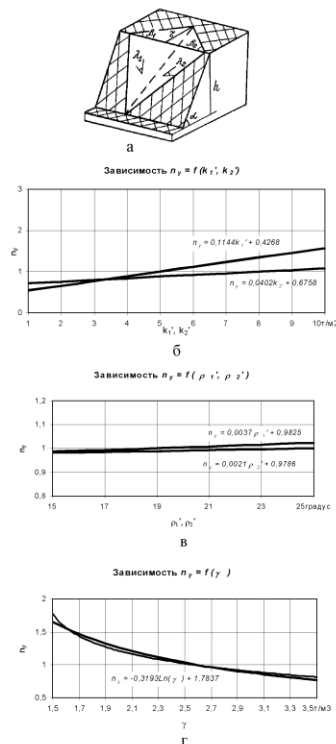


Рис. 3. Расчетная схема V: а — расчетная схема; б — $n_y = f(k')$; в — $n_y = f(\rho')$; г — $n_y = f(\gamma)$

— выявлен механизм деформирования горного массива, сложенного трещиноватыми породами. Так, например, в первой, в четвертой и в пятой схемах коэффициент устойчивости откоса наиболее сильно подвержен влиянию прочностных характеристик пород по контакту, т.е. трещины являются основным ослабляющим фактором. Во второй и в третьей схемах обрушение происходит как по трещине, так и по массиву, что значительно уменьшает влияние прочностных характеристик по контакту и, в целом, делает откос более устойчивым.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Попов И.И., Окатов Р.П. Борьба с оползнями на карьерах. М.: Недра. 1980.
2. Попов В.Н. Исследование устойчивости бортов карьеров в трещиноватых породах: Автореф. дис... канд. техн. наук. М., 1979. 36 с.

УДК 622.01:622.831

Г.И. САМАРЦЕВ

Расположение оси горной выработки с учетом направления действующих напряжений

Согласно основанной на результатах инструментальных измерений и данных экспериментальных работ геодинатической модели напряженного состояния верхних слоев земной коры в пределах горнодобывающих районов стран СНГ отмечается превы-

шение в несколько раз горизонтально действующих напряжений вертикально направленного, обусловленного весом вышерасположенного массива горных пород [1]. Поэтому большое значение приобретают как выбор размера и формы горно-технических со-

оружий (выработок), так и их ориентация относительно направления действия горизонтально направленного максимального по величине напряжения $\sigma_{\max}^{\text{гор}}$ (σ_2 или σ_3) [2]. При этом рекомендуется капитальные и, по возможности, остальные выработки ориентировать по направлениям с максимальным по величине главным напряжением. Соблюдение этого правила необходимо для снижения концентрации напряжения вокруг контура горной выработки и уменьшения вероятности потери устойчивости породного контура, в противном случае потребуются определенные материальные затраты для возвращения деформированным (разрушенным) участкам горного сооружения эксплуатационных свойств. Если вертикальное сооружение находится в зоне предельного напряженного состояния, то по контуру его сечения наблюдается хрупкое и пластическое деформирование с образованием обрушений и вывалов пород, а также возможно сползание определенного объема пород по коническим или цилиндрическим плоскостям [3].

В известной степени приближения, карьер можно рассматривать в качестве вертикального сооружения, поперечное сечение которого с ростом глубины H уменьшается, и, как правило, средний размер этого сечения превышает H . При этом форма контура карьера определяется только размерами залежи (пласта, рудного тела) полезного ископаемого, без учета направления действия главных напряжений и особенно наибольшего из них, и она наиболее часто может быть аппроксимирована эллипсом, а в отдельных случаях — окружностью.

В этом случае природа и характер проявлений горного давления в вертикальных сооружениях под действием поля напряжений, определяемого направлением, величинами и соотношениями между главными напряжениями σ_1 , σ_2 и σ_3 одинаковы с потерей устойчивости откосов уступов и бортов карьера в виде сползания участков прибортового массива под влиянием существующего в горном массиве бокового распора. Этот вид деформаций обусловлен уменьшением бокового распора, вызванного ведением горных работ (углубка карьера), что приводит к росту касательных напряжений в прибортовом массиве со сдвижением пород в сторону выработанного пространства по некоторым коническим или цилиндрическим поверхностям в виде оползней и обрушений бортов карьеров. Поэтому устойчивость откосов уступов и бортов карьера зависит в незначительной степени не только от традиционно учитываемых физико-географических и горно-геологических факторов, но и от направления и величины действия напряжения, результирующего от совместного влияния вертикально действующего гравитационного и превышающего его одного из горизонтально действующих напряжений σ_2 или σ_3 .

В этом случае для напряженного состояния карьера не только в силу малой его глубины H , а следовательно, и небольшой величины одного из главных вертикально направленных напряжений σ_1 характерно соотношение между главными напряжениями следующего вида:

$$\sigma_2 \neq \sigma_3 > \sigma_1, \quad (1)$$

и на практике фактически σ_2 или σ_3 больше другого и

больше σ_1 в несколько раз [1]. Между ними существует одно из соотношений:

$$\sigma_2 > \sigma_3 \geq \sigma_1, \sigma_3 > \sigma_2 \geq \sigma_1, \sigma_2 > \sigma_1 \geq \sigma_3, \sigma_3 > \sigma_1 \geq \sigma_2. \quad (2)$$

Для уменьшения вредного влияния действия напряжений в виде деформаций откосов уступов и бортов необходимо добиться наибольшего соответствия в направлении максимального из главных напряжений с ориентировкой контура карьера в пределах величины

$$\beta = \pm \left(\frac{\pi}{4} \pm \frac{\rho}{2} \right), \quad (3)$$

где ρ — угол внутреннего трения горной породы, градус.

По формуле (3) вычисляется угол между действием $\sigma_{\max}^{\text{гор}}$ и площадками скольжения (сдвигения). При чем чем $\sigma_2 \neq \sigma_3 \gg \sigma_1$, тем угол, составляемый направлением действия результирующей с горизонтом β , приближается к величине, определяемой по формуле

$$\beta \approx 45^\circ - \frac{\rho}{2}, \quad (4)$$

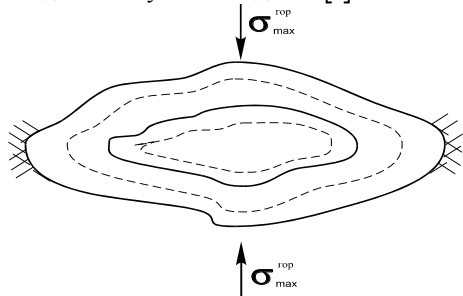
а при $\sigma_1 \gg \sigma_2 \neq \sigma_3$

$$\beta \approx 45^\circ + \frac{\rho}{2}. \quad (5)$$

В обоих случаях, если углы откосов уступов и бортов близки по значению к этим углам, то коэффициент запаса устойчивости больше 1. Причем разработка месторождений открытым способом с углами откоса меньше, чем $45^\circ - \rho/2$, экономически нецелесообразна. А постановка борта карьера на проектном контуре под углами, значительно превышающими $45^\circ + \rho/2$, при первоначальной экономической выгоде в случае длительного их срока службы в рабочем режиме требует больших затрат на дополнительные мероприятия по обеспечению их устойчивости, особенно при полускальных вмещающих карьер породах.

Данные визуально-инструментальных обследований показывают, что видимые деформации в горных сооружениях наблюдаются на участках, находящихся по линии перпендикулярно к действиям $\sigma_{\max}^{\text{гор}}$. Если в подземных сооружениях в зонах действия горизонтальных напряжений, превышающих вертикальные, критические деформации с обрушением горных пород отмечаются при определенной ориентировке выработок в кровле и почве, то на открытых разработках при наличии одной свободной плоскости деформирование дна карьера сказывается на устойчивости откосов уступов и бортов [1]. Причем более повышенная деформированность откосов, уступов и бортов происходит в направлении, перпендикулярном действию $\sigma_{\max}^{\text{гор}}$. Поэтому, рассматривая карьер как горное сооружение больших размеров, даже без учета масштабного фактора, можно предположить, что ориентировка малой «оси» карьера по направлению действия максимального по величине горизонтального напряжения (рисунок) повысит устойчивость откосов уступов и бортов, а через более крутые значения углов откоса позволит увеличить рентабельность разработки месторождений открытым способом.

При проектировании контура карьера необходимо для бортов, расположенных по направлению, перпендикулярному действию $\sigma_{\max}^{\text{гор}}$, предусмотреть более пологие, по сравнению с бортами, расположенными по направлению действия $\sigma_{\max}^{\text{гор}}$, углы наклона откосов. Однако за счет кривизны и ограниченности по простиранию отдельных участков бортов им можно придавать более крутые углы наклона при прочих условиях. А учет сил бокового распора при оценке устойчивости бортов карьеров позволит увеличить углы наклона отдельных участков до 10° [4].



Количественная оценка этого момента должна основываться не только на традиционной информации о геологическом и структурно-тектоническом строении и физико-механических свойствах горных пород, но и на результатах изучения величин и направлений действующих напряжений.

Таким образом, при известной ориентировке, величине главных напряжений σ_1 , σ_2 , σ_3 и максимально-го из них при строительстве и развитии подземного сооружения в первую очередь решается вопрос о выборе направления ориентировки этого сооружения с учетом действия $\sigma_{\max}^{\text{гор}}$. Это без учета нового аспекта проблемы влияния действия наибольшего из главных напряжений на устойчивость горного сооружения с большим сроком эксплуатации, которое заключается в изменении исходного напряженного состояния, обусловленного совместным действием гравитационного и тектонического полей напряжений в процессе строительства и эксплуатации подземного сооружения, за счет изменения величины коэффициента бокового давления и увеличения объема выработанного пространства, пустот и обнажений [2].

При этом изменяются как сами значения величин напряжений σ_1 , σ_2 или σ_3 , так и направления их действия. В этом случае вокруг карьера как выработанного пространства (пустоты) больших размеров необходимо ожидать изменения в напряженном состоянии, что ставит дополнительную задачу определения с помощью геомеханического мониторинга характера и величин ожидаемых перераспределений в напряженном состоянии, что в свою очередь повлияет на устойчивость откосов уступов и бортов карьера.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айтматов И.Т., Ахметов В.И., Борщ-Компонец В.И. и др. Методы и результаты изучения напряженного состояния скальных массивов и создание на их основе эффективных способов управления горным давлением при подземной разработке руд // ФТПРПИ. 1987. №4. С. 3–22.
2. Шемякин Е.И. Проблемы геомеханики и освоения подземного пространства // Маркшейдерский вестник. М., 1999. №1 (27). С. 15–19.
3. Фисенко Г.Л. Предельное состояние горных пород вокруг выработок. М.: Недра, 1976. 272 с.
4. Пушкарёв В.И. Расчет устойчивости откосов криволинейных в плане // Маркшейдерское дело в соц. странах / ВНИИМ. Ленинград, 1979. С. 234–242.

УДК 621.1:622.271

Р.П. ОКАТОВ
Ф.К. НИЗАМЕТДИНОВ
А.Г. ГОЛОВАНОВ

Разработка технологических схем заоткоски уступов для условий Николаевского карьера

В практике разработки месторождений полезных ископаемых открытым способом используются различные технологические схемы заоткоски откосов уступов при постановке их на проектный контур. Этому предшествует исследование характера деформирования приконтурного горного массива от действия массовых взрывов, исходя из конкретной горно-геологической ситуации на каждом карьере. Для определения размеров зон деформации (заколов, остаточных деформаций) в законтурном массиве закладываются маркшейдерские наблюдательные станции в виде профильных линий для инструментальных исследований. Опыт показывает, что зона заколов может достигать 2–6 м, а зона остаточных деформаций — до 50 м.

Многолетний опыт постановки уступов многих карьеров Казахстана показал, что технологические схемы заоткоски, нашедшие широкое применение, представлены:

1) предварительным щелеобразованием по контуру

на всю глубину сдвоенного уступа (чаще всего 30 м), затем раздельной отработкой верхнего и нижнего подступов массовыми взрывами. Созданная щель будет служить экраном для отражения взрывных волн отбойных скважин;

- 2) так называемым «гладким взрыванием», когда по контуру скважины бурят на всю глубину 30-метрового уступа, но верхний подступ взрывается отбойными скважинами одновременно с заоткосными с коротким замедлением между рядами. Для нижнего подступа заоткосные скважины образуют предварительную щель;
- 3) раздельной заоткоской подступов наклонными скважинами;
- 4) раздельной заоткоской подступов вертикальными скважинами с бурением дополнительных скважин переменной глубины на проектном контуре;
- 5) заоткоской сдвоенных уступов с использованием комбинированных технологических схем.

Метод предварительного щелеобразования является наиболее эффективным способом заоткоски уступов. Контурные заряды при этом взрываются в ненарушенном массиве. После взрыва контурных зарядов в массиве по контуру образуется узкая щель, которая значительно ослабляет взрывную нагрузку от основных зарядов дробления, устраняет образование заколов и практически полностью исключает деформацию массива. Вдоль ряда контурных зарядов образуется ровная устойчивая стенка откоса с видимыми следами скважин. Естественно, диаметр скважин должен быть малым, как и расстояние между скважинами контурного ряда.

Практикой установлено, что эффективным способом уменьшения деформаций прибортового массива является применение диагональной схемы короткозамедленного взрывания, наклонных скважин под углом наклона 60° – 75° , что сокращает ширину зоны остаточных деформаций по поверхности уступов в 1,5–2 раза.

Применение наклонных скважин позволяет значительно уменьшить величину перебура и предотвратить разрушение нижележащих слоев пород. Перебур скважин в последней экскаваторной заходке вызывает разрушение верхней бровки нижележащего уступа. В результате при оформлении уступов в проектом положении фактическая ширина берм получается меньше проектной. Со временем этот разрыв увеличивается, что приводит к сплошным откосам на несколько горизонтов.

Фактические смещения устья взрывных скважин иногда значительно отклоняются от предельно допустимых значений. Это сказывается не только на качестве дробления горной массы, но и на заоткоске уступов. При значительных смещениях устьев заоткосных скважин происходит сближение или удаление их друг от друга. В первом случае сила взрыва превышает необходимую для разрушения горного массива между скважинами и разбивает поверхность откоса. Во втором случае, наоборот, сила взрыва недостаточна, и поверхность откоса между скважинами прорабатывается плохо. Появляются образования различного рода неровностей, иногда значительных. Расхождение забоев заоткосных скважин — одна из причин, в связи с вышеперечисленным. Важен контроль предельно-допустимого отклонения угла наклона скважин от проектного и точности забуривания их.

При несоблюдении проектной глубины заоткосных скважин не прорабатывается нижняя часть откашиваемого уступа, если же фактическая глубина скважины превышает проектную, то верхняя площадка нижнего уступа излишне разбивается.

Важное значение при постановке уступов на проектный контур имеют отклонения фактических отметок от проектных как почвы уступа, так и его верхней площадки. Это приводит к тому, что взрывные скважины не соответствуют высоте уступа, что приводит к нежелательным последствиям, которые отмечались выше. При всей важности рассмотренных вопросов и технических требований к буровзрывным работам для заоткосных работ наиболее серьезным является отклонение фактического веса скважинного заряда от проектного. Как показывает анализ заоткосных взрывов, проведенных на карьере, неудовлетворительное качество заот-

коски стационарных уступов вызвано в основном несоблюдением удельных расходов ВВ по блокам. Превышение величины зарядов в заоткосных скважинах приводит к разрушениям прибортового массива породных блоков по поверхностям ослабления. По результатам инструментальных наблюдений за массовыми взрывами установлено, что средние удельные расходы ВВ при отработке приконтурных лент не должны превышать $0,6 \text{ кг/м}^3$, а на 1 п. м фронта работ — 90 кг. Величина заряда в наклонных скважинах с расстоянием 2–3 м должна составлять 1,5–5 кг/п. м, что при 30-метровой высоте уступа составляет 45–77 кг, а при 15-метровой — 25–37 кг. Для прорабатывания нижней части откашиваемого уступа на дно заоткосных скважин отсыпается рассыпное ВВ 20–40 кг.

Качественная заоткоска стационарных уступов позволяет значительно сократить объем вскрышных работ за счет постановки откосов под более крутыми углами наклона с обеспечением их устойчивости. При этом необходимо соблюдать основные технические требования к буровзрывным работам при бурении заоткосных скважин.

Для маркшейдерского обеспечения БВР следует обязать участковых маркшейдеров:

- выносить проектный контур в натуру через каждые 10 метров;
- осуществлять строгий контроль за бурением вертикальных и наклонных скважин в приконтурной зоне согласно проекту;
- осуществлять ежедневный контроль в процессе бурения за соблюдением расстояний между рядами скважин и скважинами в ряду;
- браковать при отклонении хотя бы одной скважины от проекта на 0,3 метра;
- осуществлять замеры глубин скважин вслед за бурением;
- контролировать установку буровых станков при бурении наклонных скважин перпендикулярно проектному контуру.

К сожалению, следует отметить, что на многих карьерах парк буровых станков практически предназначен для буровзрывных работ на рабочих уступах, а не для ведения заоткосных работ. В основном используются станки шарошечного бурения марки СБШ, позволяющие бурить скважины диаметром 200, 243, 320 мм. И только один станок СБШ-250Н может бурить скважины с наклоном 60° и 75° , его используют для бурения наклонных скважин при заоткоске уступов.

В последнее время корпорация «Казахмыс» стала приобретать для своих горно-добывающих предприятий буровой станок «Рейнджер» финского производства, позволяющий бурить скважины диаметром 45 и 100 мм глубиной до 29 м под любым углом наклона. Такой станок находится на карьере «Николаевский» (МХК), который является объектом наших исследований.

Для карьера разработан технологический проект с максимально возможными углами наклона бортов на нижних горизонтах, что требует регулярного инструментального контроля за состоянием прибортовых массивов специализированной организацией. При этом следует отметить, что на южном борту карьера залегает система продольных согласных откосом трещин с углом наклона от 50° до 75° . В этом

случае, как показывают расчеты устойчивости, требуется качественная заоткоска уступов, а на отдельных участках и их укрепление.

На карьере «Николаевский» уступы высотой 15 м на проектном контуре сдвигаются под один 30-метровый откос. Следовательно, заоткоска 30-метровых уступов под углом 60–70° буровым станком «Рейнджер» будет производиться с недобуром 5–7 метров. Отбойка нижней части уступов будет производиться вертикальными скважинами, что значительно снизит качество заоткоски 30-метрового уступа. Поэтому необходим строгий контроль местонахождения последнего ряда вертикальных скважин от их

проектной глубины.

Произведем расчет параметров буровзрывных работ при заоткоске уступов на проектном контуре с использованием бурового станка «Рейнджер» по двум технологическим схемам:

- создание предварительной щели на проектном контуре 30-метрового уступа;
- совместное сдвигание 15-метровых уступов с одновременным взрыванием верхнего.

Углы наклона проектного откоса принимаем 60 и 75°. Отбойные скважины бурятся под углом 90°. Данные расчетов без промежуточных выкладок приведены в таблице.

ПАРАМЕТРЫ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ ПРИ ЗАОТКОСКЕ УСТУПОВ
НА ПРОЕКТНОМ КОНТУРЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БУРОВОГО СТАНКА «РЕЙНДЖЕР»

№№ схемы	Назначение скважин	Угол наклона скважин, градус	Длина скважин, м	Перебур, м	Диаметр скважин, мм	Расстояние между скважинами в ряду, м	Величина заряда в скважине, кг	Число расчист. заряда в сква-	Технологическая схема заоткоски
1	Щелеобразование	60	29	–7	100	1,0;4,5	40;50	7–8	
2	Щелеобразование	75	29	–5	100	1,0;1,5	40;50	7–8	
3	Заоткосные	60	29	–7	100	1,0;1,5	40;50	7–8	
	Вспомогательные	90	7	—	100	4	50	—	
	Отбойные	90	16,0;16,5	1,0;1,5	100	4	110	2	
4	Заоткосные	75	29	–5	100	1,0;1,5	40;50	7–8	
	Вспомогательные	90	7	—	100	4	50	—	
	Отбойные	90	16,0;16,5	1,0;1,5	100	4	110	2	

УДК 622.235.535

К.К. ТАКЕЛЕКОВ
Г.И. ВАЛЬШТЕЙН
К.Ж. ТАКЕЛЕКОВ

Совершенствование параметров буровзрывных работ при системе разработки с закладкой и торцевым выпуском руды с учетом сейсмики взрыва в условиях Жезказгана

В последнее время созданы принципиально новые способы добычи полезных ископаемых, основанные на оптимальном использовании запасов полезных ископаемых при высоком качестве рудного сырья. Среди этих способов добычи полезных ископаемых системы с закладкой твердеющими материалами приобретают все большее значение, особенно при разработке мощной залежи и с углублением горных работ.

В связи с этим в условиях Жезказганского месторождения начала внедряться система разработки с закладкой и с торцевым выпуском руды. Успешное применение этой системы для разработки залежи большой мощности связано с сохранением устойчивости закладки, которая должна нести нагрузку не только от горного давления, но и от сейсмического воздействия взрыва массовых зарядов ВВ. В связи с этим нами была выполнена хозяйственная научно-исследо-

вательская работа [1], позволившая установить оптимальные параметры буровзрывных работ и разработать рекомендации по эффективной отбойке руды с сохранением устойчивости закладки.

Одной из характерных особенностей месторождения является отсутствие явных контактов между рудой и вмещающими породами. Переход от богатых руд к бедным, а также от бедных к забалансовым, устанавливается по содержанию меди в руде путем опробования.

Руды с промышленным содержанием меди представлены тремя разновидностями: сульфидными, вкрапленными и окисленными, из которых около 85% являются вкрапленными.

Кровля рудных тел представлена в основном серыми песчаниками, реже — красными песчаниками и сланцами и редко — конгломератами. Серые песчани-

ки в Жезказганской свите являются преобладающими и представлены 18 слоями, чередующимися с красными песчаниками и песчано-глинистыми сланцами. В залежах, имеющих пологое залегание, серые песчаники представляют наиболее устойчивую породу с мелкосреднезернистой структурой.

Красные песчаники занимают второе место после серых песчаников и менее устойчивы по сравнению с последними. Они отличаются от серых песчаников не только краской, но и гранулометрическим составом зерен. Красные песчаники наиболее выдержаны в трех слоях Жезказганской свиты, а в остальных слоях постепенно переходят в красные сланцы и чередуются с ними.

Красные сланцы занимают такое же место, какое красные песчаники. Они наиболее выдержаны и встречаются в восьми слоях свиты, а в остальных чередуются с красными сланцами. Порода окрашена в коричнево-лилово-красный цвет, при выветривании распадается на мелкую остроугольную щебенку. Как красные сланцы, так и красные песчано-глинистые сланцы пронизаны сетью мелких трещин и поэтому являются наиболее неустойчивыми породами.

Физико-механические свойства вышеперечисленных руд и пород характеризуются следующими данными (таблица 1). Породы и руды малопористые, поэтому их объемный вес почти совпадает с удельным. Коэффициент разрыхления пород и руд принимается равным 1,5–1,6. Руды содержат до 65% кремнезема. Содержание серы в руде незначительное (2%). Влажность пород и руд невысокая и колеблется в пределах от 0,5 до 2,5%. Очистные выработки обычно сухие.

Трещиноватость руд и пород месторождения достаточно сильно развита. При этом выделяются четыре главных типа трещин. Одним из этих типов трещин являются трещины (зоны) смятия и дробления, связанные, в основном, с флексурными зонами. Мощность трещин доходит до 5 м и более, а расстояние между ними — до 50–100 м и более. Ко второму типу трещин относятся секущие трещины. Они простираются на большие расстояния, пересекая под крутым углом целую серию напластования. Поверхность этих трещин сглаженная, в которой можно наблюдать ино-

гда зеркала и бороздки скольжения. Мощность трещин меняется от нескольких до 20 и более мм, а расстояние до 5–10 м и более. Третий тип трещин представлен кливажными трещинами отдельностей, которые развиты более часто и повсеместно. Эти трещины бывают согласные (параллельные простиранию пласта) и нормально-секущие (параллельные падению пласта), из которых первые более развиты по сравнению с последними. Наконец, четвертый тип трещин — послойные трещины, или трещины напластования, которые ориентированы параллельно напластованию пород и руд и очень широко распространены. Они часто заполнены жильными и рудными минералами и поэтому между слоями пород и руд контакт ясный и связь незначительна. Мощность этих трещин колеблется от нескольких сантиметров до 1,5–2,0 м.

Из всех перечисленных типов трещин наиболее опасными в отношении устойчивости являются: для кровли — согласные или непластовые, а для целиков — секущие трещины.

В виду значительной крепости и высокой устойчивости руд и вмещающих пород на руднике принята камерно-столбовая система разработки с оставлением регулярных опорных целиков. Опорные целики диаметром 5–7 м располагаются на сетке 15×20 м, а иногда 20×20 м, наибольшие размеры целиков относятся к залежам мощностью свыше 15,0 м. Наряду с этим также применяется вариант почвоуступной выемки с верхней подсечкой при большой мощности залежи. Количество уступов зависит от мощности залежи.

В связи с недостатками применяемой камерно-столбовой системы, усугубляющимися при большой высоте очистного пространства (а именно затрудняется контроль кровли и ее крепление, в связи с чем повышается опасность работ, увеличиваются потери руды в целиках, создаются трудности в поддержании кровли на большой площади, затрудняется очистная выемка), возникла необходимость опытно-промышленного испытания и внедрения новых систем разработки с закладкой для отработки мощных рудных тел Жезказганского месторождения.

Система разработки с закладкой и торцевым вы-

Таблица 1

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РУД И ПОРОД ЖЕЗКАЗГАНА

Наименование пород	γ , т/м ³	МПа, $\sigma_{сж}$	МПа, σ_p	Угол внутреннего трения	Сила сцепления, МПа	Скорости упругих волн, м/сек		Модули упругости, МПа		Коэффициент Пуассона, μ	$\frac{\sigma_{сж}}{\sigma_p}$
						U_p	U_s	$E_{сж} \times 10^4$	$E_p \times 10^4$		
Песчаник оруденелый	2,75	144	18,8	38	28,8	4871	3062	6,04	2,57	0,17	7,64
Песчаник серый, средне-зернистый	2,7	136,5	11,2	37	32,7	4600	3105	5,59	2,58	0,08	12,2
Песчаник серый мелко-зернистый	2,62	95,7	10,5	35	21,4	4911	3081	6,13	2,48	0,13	9,1
Песчаник серый, тонко-зернистый	2,65	51,4	8,1			5503	3207	6,52	2,7	0,24	6,3
Песчаник красный	2,67	66,2	8,5			5243	3233	6,59	2,79	0,19	7,8
Красный сланец	2,66	37,5	6,8			5833	3108	6,63	2,55	0,30	5,5

пуском руды применяется на опытных панелях 8 и 8,а горизонта 130 шахты № 57 Восточно-Жезказганского рудника.

Подготовка панелей 8 и 8а производится проходкой нарезных штреков. Из панельных откаточных штреков проходятся транспортно-буровые орты через 15 м по почве залежи. Транспортно-буровые орты сбиваются между собой транспортно-вентиляционными сбойками (рис. 1).

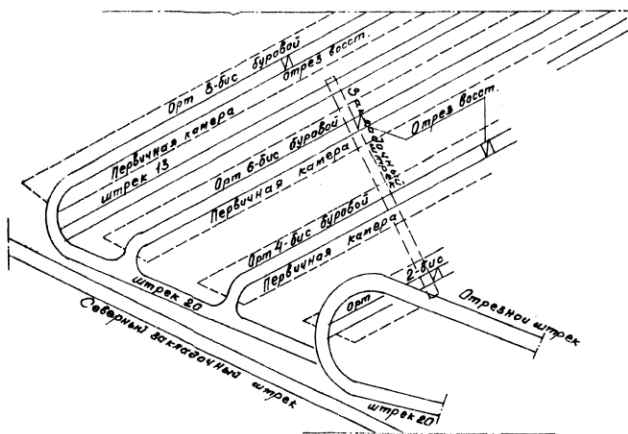


Рис. 1. План верхнего бурового горизонта

Для закладки выработанного пространства от выемки запасов, обрабатываемых на панельный штрек 20бис под кровлей залежи, со штрека горизонта 180 м пройден северный панельный закладочный штрек. С закладочного штрека через 60 м проходят закладочные орты. Срок твердения закладки составляет порядка 3-х месяцев.

Опытные панели отрабатываются отдельными блоками. Отбойка руды ведется скважинами диаметром 105 и 52 мм, которые бурят из верхнего и нижнего ортов в веерном порядке. Выпуск руды осуществляют через нижний транспортно-буровой орт. На рис. 2 представлен план отработки одного из блоков, а

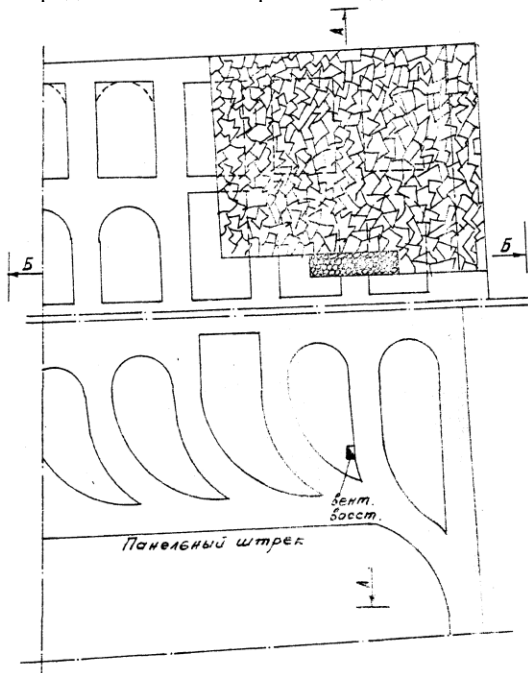


Рис. 2. Система обработки с обрушением и торцевым выпуском руды

на рис. 3 и 4 — продольный и поперечный разрезы блока. Принимается, в основном, коротко-замедленный способ взрывания скважин. Бурение взрывных скважин осуществляется из транспортно-буровых ортов станками НКР-100 и «Фан-Дрилл». Погрузка руды производится погрузочными машинами ПНБ-4. Транспортирует руду от забоя до рудоспусков самоходными дизельными автосамосвалами типа МАЗ-6401.

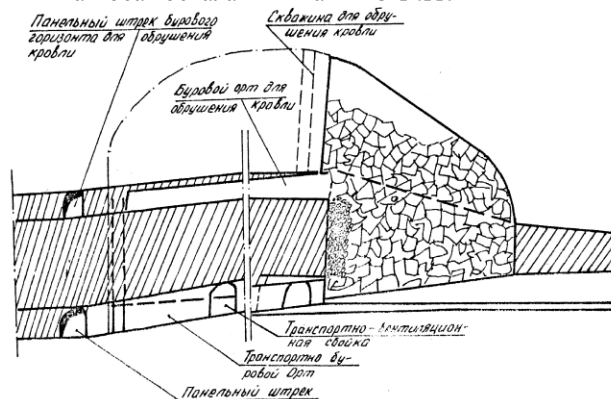


Рис. 3. Разрез по А–А

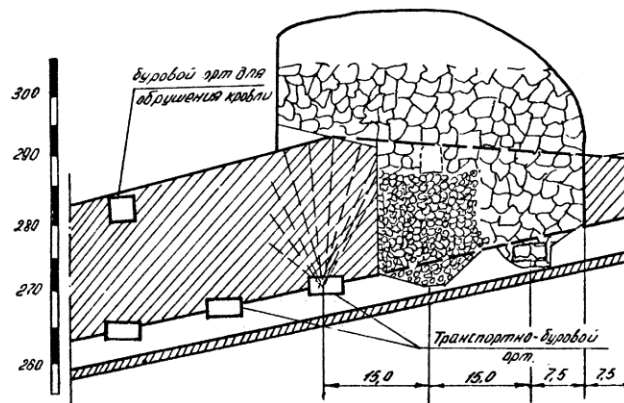


Рис. 4. Разрез по Б–Б

При отработке опытной панели с применением данной системы имеют место потери руды в гребнях отбитой руды, остающихся в выработанном пространстве. Потери руды в зависимости от мощности руды и способа управления машиной приведены в табл. 2.

Таблица 2

Мощность залежи, м	Потеря при нагрузке руды машиной с ручным управ- лением	Потеря при погрузке руды машиной с дистанцион- ным управлением
22	11,19	7,23
24	10,26	6,63
26	9,47	6,12
28	8,79	5,68
30	8,21	5,30
32	7,70	4,97
34	7,24	4,68

Кроме указанных потерь, имеют место потери в кровле и почве за счет неполной выемки руды. Эти потери составляют 1,5–2,0.

Для оценки стоимости 1 м³ закладочных работ были использованы данные ДГМК и Лениногорского

рудника. Стоимость 1 м³ закладки по основным показателям сведена в табл. 3.

Таблица 3

Наименование показателей	Стоимость, у.е./м ³	Уд. вес	Примечание
1. Материалы	7,4	82	По данным ДГМК
2. З/плата с начислениями	0,5	5	По данным ДГМК
3. Амортизация	0,2	2	По данным Лениногорска
4. Накл. расходы	0,3	3	По данным Лениногорска
5. Прочие неучтенные расходы	0,1	1	По данным Лениногорска
6. Энергетические расходы	0,6	7	По данным Лениногорска
7. Итого:	9,1	100	

Из таблицы видно, что основная масса стоимости закладочных работ приходится на материалы. Отсюда можно заметить, что дальнейшее значительное снижение стоимости закладочных работ возможно лишь при резком снижении стоимости закладочных материалов. При сравнении себестоимости руды было выбрано три системы: 1) камерно-столбовая; 2) с торцевым выпуском; 3) с выпуском руды через заезды.

Сравнение себестоимости 1 т руды при различных системах было проведено применительно к условиям ДГМК. Основные данные по себестоимости при различных системах сведены в табл. 4.

Таблица 4

СЕБЕСТОИМОСТЬ 1 Т РУДЫ В УСЛОВНЫХ ЕДИНИЦАХ

Наименование показателей	Система разработки				
	камерно-столбовая	с торцевым выпуском	уд. вес, %	с выпуском через заезды	уд. вес, %
1. Затраты на разведку (отчисления в бюджет)	1,34	1,34	15	1,34	15
2. Погашение основных фондов	0,66	1,01	11	1,01	11
3. Затраты на горно-подготовительные работы	0,13	0,29	3	0,19	2
4. Буровзрывные работы	0,40	0,26	3	0,32	4
5. Затраты на крепление	0,237				
6. Прочие затраты, постоянные для систем	2,73	2,73	30	2,73	30
ИТОГО:	5,36	5,63		5,59	
7. Затраты на закладку		3,5	38	3,5	38
Итого с закладкой:	5,36	9,13	100	9,09	100

Как видно из табл. 4, при системе разработки с закладкой 38% от общих затрат составляют затраты

непосредственно на закладку.

Для дальнейшего снижения себестоимости руды следует резко снизить затраты на закладку.

В табл. 5 представлено сравнение системы с закладкой и торцевым выпуском руды с системой «камера-целик» по основным показателям.

Таблица 5

СРАВНЕНИЕ СИСТЕМ РАЗРАБОТКИ ПО ОСНОВНЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

Показатель	Ед. изм.	С торц. выпуском (блоки 1,2,3)	Камера-целик (камера 10)
1. Выдано руды	тыс. т.	77,6	88,8
2. Объем подготовительно-нарезных работ	м ³ /1000 т	50–104	83
3. Потери а) расчетные	%	10–12	10
б) по данным шахты	%	6	7,7
4. Производительность труда забойного рабочего (бурение, взрывание, погрузка)	т/см	48,5	60,5
5. Уд. расход ВВ на отбойку руды	кг/м ³	0,85	1,1–1,15
6. Объем закладки	м ³	23500	1,17
7. Участковая себестоимость без закладки	у.е./т	1,07	128
8. Продолжительность отработки (отбойка, уборка)	дней	140	128

Для сравнения приведены параметры при отбойке руды в ортах № 10 и № 14 к камере 10 (табл. 6).

Таблица 6

ПАРАМЕТРЫ СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ

Показатель	Ед. изм.	С торц. вып. орт. №10	С торц. вып. орт. №14	камера-целик (камера 10)
1. Пробурено скважин	п.м.	2743	4758	4550
2. Отбито руды	м ³	22260	38423	29070
3. Удельный расход ВВ на отбойку	кг/м ³	0,81	1,02	1,1
4. Удельный расход ВВ на вторичное дробление	кг/м ³	0,07	0,13	0,23
5. Общий удельный расход ВВ	кг/м ³	0,88	1,15	1,33
6. Выход руды с 1 п.м. скважины	м ³	8	8,1	6,4
7. Выход негабарита		6	4,7	8,8

Как известно, основным из показателей при оценке себестоимости руды при различных системах отбойки является стоимость буровзрывных работ при этих системах. Снижение стоимости буровзрывных работ влечет за собой и снижение себестоимости руды. Поэтому следует обратить особое внимание на изучение параметров буровзрывных работ, а также их

Таблица 7

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ
СИСТЕМ РАЗРАБОТКИ

Наименование показателей	Ед. изм.	Камерно-столбовая система	Сист. с закл. с торцевым вып. руды	Сист. с закл. с выпуском руды через заезды
1	2	3	4	5
1. Выход горной массы с 1 п.м. шпура (скважины)	м ³ /п.м.	1,6	9	7,5
2. Стоимость бурения	у.е./п.м.	0,166	1,73	1,43
3. Стоимость взрывания и доставки ВВ	-»-	0,167	0,46	0,49
4. Стоимость заточки буровых головок	-»-	0,09	0,32	0,32
5. Стоимость амортизации	-»-	0,01	0,28	0,28
6. Стоимость текущего ремонта	-»-	0,01	0,04	0,03
7. Стоимость ВВ	-»-	0,32	2,15	2,58
8. Стоимость твердого сплава	-»-	0,05	0,3	0,22
9. Стоимость ОШ	-»-	0,1	0,1	0,1
10. Стоимость ДШ	-»-	0,19	0,19	0,19
11. Стоимость буровой стали	-»-	0,10	0,10	0,10

Окончание табл. 7

1	2	3	4	5
12. Стоимость кап.-детонат.	-»-	0,05	0,05	0,05
13. Стоимость сжатого воздуха	-»-	0,34	0,34	0,34
14. Стоимость воды	-»-	0,12	0,12	0,12
Итого:		1,70	6,18	6,20
15. Стоимость затрат 1 т	у.е./т	0,40	0,26	0,32

Вышеприведенный краткий анализ технико-экономических показателей различных систем разработки показывает, что потери ценного минерального сырья на рудниках Жезказгана еще велики. Например, при камерно-столбовой системе разработки в целиках и потолочинах оставляются до 35 полезных ископаемых от погашенных запасов, а с глубиной разработки потери будут увеличиваться. В связи с этим внедрение системы разработки с закладкой выработанного пространства в условиях Жезказганского месторождения имеет исключительное народнохозяйственное значение и позволит снизить потери руды в 4–5 раз.

Однако успешное применение этой системы разработки наравне с уменьшением стоимости закладки требует установления оптимальных параметров буровзрывных работ, позволяющих при высокой эффективности отбойки скважинными зарядами, сохранить устойчивость закладки от сейсмического действия взрыва ВВ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Совершенствование параметров буровзрывных работ при системе разработки с закладкой и торцевым выпуском руды с целью снижения сейсмического воздействия взрыва на устойчивость закладки в условиях Жезказгана (1977-1978 гг.): Научный отчет / Фонды КарГТУ. Караганда, 1978.
2. Такелеков К.К.. Изучение сейсмического воздействия взрыва на устойчивость опорных целиков при разработке Жезказганского месторождения // Научные труды / КарГТУ. Вып. 4. Караганда, 1999.
3. Мосинцев В.Н.. Дробящее и сейсмическое действие взрыва в горных породах. М.: Недра, 1976.
4. Кузьменко А.А., Воробьев В.Д., Денисюк И.И., Даутас А.А.. Сейсмическое действие взрыва в горных породах. М.: Недра, 1999.

УДК 622.235.535

К.К. ТАКЕЛКОВ
Г.И. ВАЛЬШТЕЙНИзучение сейсмического воздействия взрыва
на устойчивость закладки при системе
разработки с торцевым выпуском руды
в условиях Жезказгана

По общеизвестной методике [3] на шахте №57 Восточно-Жезказганского рудника в условиях опытной панели УШ-а в течение 1977–1978 гг. были проведены экспериментальные исследования по определению скорости сейсмоколебаний частиц пород при отбойке руды скважинными зарядами [1].

Скорость сейсмоколебаний была зафиксирована в различных точках опытной панели в ортах: 4; 4бис; 6; 6бис; 8 и 8бис. При этом сейсмоприемники, фиксирующие механические колебания частиц пород, устанавливались на расстояниях 10–70 м от центра взрыва. Общий вес ВВ при отбойке руды во время регистрации

сейсмоколебаний изменялся в пределах от 300 до 3000 кг. Вес ВВ в одном замедлении достигал 600 кг. Схема установки сейсмоприемников и расположения скважин в веерах при отбойке руды во время замеров скорости колебаний приведена на рис. 1, 2. В общей сложности было зафиксировано 20 взрывов. Осциллограмма одного из зафиксированных взрывов приведена на рис. 3. Расчет скорости сейсмоколебаний частиц пород, с учетом тарировочного графика сведен в таблицу.

Механическая амплитуда колебаний рассчитывалась по формуле

$$A_M = \frac{10TV_i}{2\Pi}, \text{ мм,}$$

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ СКОРОСТИ И СЕЙСМОКОЛЕБАНИЙ ЧАСТИЦ ПОРОД

№№ взрыва	Объект взрыва и параметры буровзрывных работ	Измеряемая компонента	Расстояние до точки взрыва, r , м	№№ канала	Скорость сейсмоколебаний, V , см/с	Приведенный вес заряда, ρ	Примечание
1	Орт 6, веера 45, 45 $d_{св} = 52$ м, $N = 33$ шт., $l_{св} = 2,0-17,5$ м $Q_{св} = 4,2-34,4$ кг, $\Sigma Q_{св} = 325,8$ кг, $\tau = 15-45$ мс	Z	55	1	1,34	0,125	Для сокращения объема таблицы здесь приведены результаты небольшой части проведенных измерений. N — количество скважин, $l_{св}$ — глубина скважин, $Q_{св}$ — количество зарядов ВВ в одной скважине, $\Sigma Q_{св}$ — количество зарядов ВВ в группе скважин, τ — интервалы замедлений.
		X	55	2	1,34	0,125	
		Z	60	3	1,98	0,115	
		X	60	4	1,98	0,115	
		Z	65	5	1,44	0,105	
		X	65	6	1,44	0,105	
2	Орт 6 бис, веера 45бис, 46 $d_{св} = 52$ м, $N = 30$ шт., $l_{св} = 4,5-14,0$ м $Q_{св} = 8,2-30,4$ кг, $\Sigma Q_{св} = 281,8$ кг, $\tau = 15-45$ мс	Z	24	1	10,5	0,27	
		X	24	2	10,5	0,27	
		Z	30	3	2,1	0,22	
		X	30	4	2,1	0,22	
		Z	36	5	1,44	0,18	
		X	36	6	1,44	0,18	
3	Орт 6, 6бис, веера 48, 49, 48бис, 49бис $d_{св} = 52$ м, $N = 64$ шт., $l_{св} = 2,5-15,0$ м $Q_{св} = 5,2-35,1$ кг, $\Sigma Q_{св} = 663,7$ кг, $\tau = 15-45$ мс	Z	22	1	13,5	0,4	
		X	22	2	13,5	0,4	
		Z	28	3	3,3	0,31	
		X	28	4	3,3	0,31	
		Z	34	5	2,26	0,26	
		X	34	6	2,26	0,26	
4	Орт 6, веер 84 $d_{св} = 52$ м, $N = 16$ шт., $l_{св} = 6,5-35,6$ м $Q_{св} = 6,5-35,6$ кг, $\Sigma Q_{св} = 287$ кг, $\tau = 15$ мс	X	22	1	6,25	0,3	
		X	31	2	3,4	0,21	
		X	18	3	16,5	0,375	
		X	24	4	6,75	0,275	
		X	28	5	3,9	0,235	
		X	44	6	2,0	0,15	
18	Орт 6бис, веер 11 $d_{св} = 105$ м, $N = 11$ шт., $l_{св} = 5,5-12,0$ м $Q_{св} = 40-80$ кг, $\Sigma Q_{св} = 345$ кг, $\tau = 15-30$ мс	X	16,8	1	20,2	0,415	
		X	19,7	2	11,6	0,355	
		X	18,2	3	15,2	0,385	
		X	21,9	4	9,1	0,32	
		X	26,9	5	6,5	0,26	
		X	30,4	6	4,5	0,23	
19	Орт 6бис, веер 12 $d_{св} = 105$ м, $N = 11$ шт., $l_{св} = 3,0-19,0$ м $Q_{св} = 35-80$ кг, $\Sigma Q_{св} = 305$ кг, $\tau = 15-30$ мс	X	15,8	1	18,5	0,425	
		X	16,4	2	15,2	0,41	
		X	16,0	3	20,2	0,42	
		X	26,9	4	5,6	0,25	
		X	19,8	5	10,8	0,34	
		X	28,0	6	5,9	0,24	
20	Орт 6бис, веер 15 $d_{св} = 105$ м, $N = 11$ шт., $l_{св} = 4,0-12,5$ м $Q_{св} = 25-80$ кг, $\Sigma Q_{св} = 270$ кг, $\tau = 15-30$ мс	X	16,1	1	13,3	0,4	
		X	17,4	2	10,8	0,37	
		X	19,5	3	8,2	0,33	
		X	26,8	4	4,2	0,24	
		X	16,9	5	12,25	0,38	
		X	32,2	6	3,9	0,2	

где T — период колебаний частиц пород;
 V_i — составляющая скорости колебаний частиц пород, см.

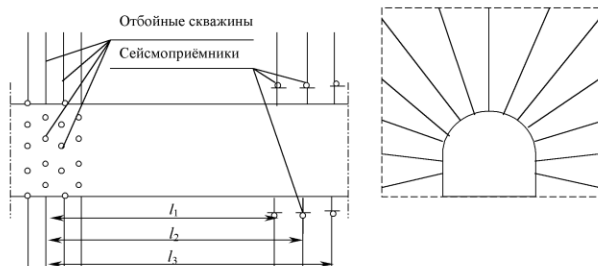


Рис. 1. Схема установки сейсмоприемников

Полная скорость сейсмоколебаний определялась

из выражения:

$$V = \sqrt{V_x^2 + V_z^2}, \text{ см/с,}$$

где V_x — горизонтальная составляющая скорости сейсмоколебаний, см/с;
 V_z — вертикальная составляющая скорости сейсмоколебаний, см/с;

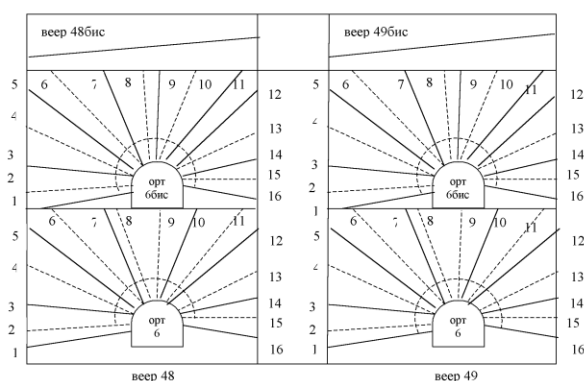


Рис. 2. Схема расположения скважин при отбойке руды

Приведенный вес заряда вычисляли как

$$P = \sqrt[3]{Q/r},$$

где Q — вес одновременно взрываемого взрывчатого вещества, кг;

r — расстояние от центра взрыва до сейсмоприемника, м.

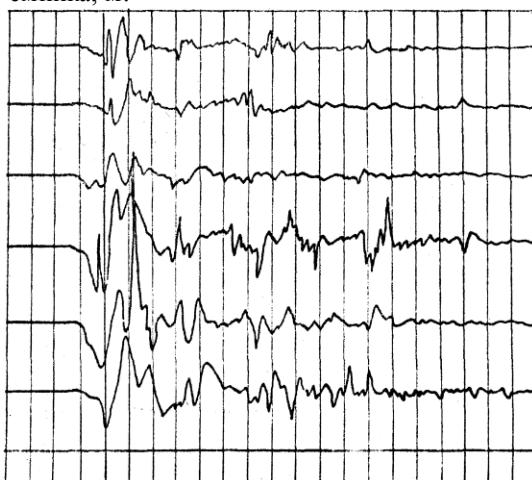


Рис. 3. Осциллограмма взрыва №20

По данным таблицы построен график зависимости скорости сейсмоколебаний частиц пород от приведенного веса заряда, показанный на рис. 4. График зависимости скорости сейсмоколебаний от расстояния до центра взрыва при различном весе одновременно взрываемого заряда ВВ приведен на рис. 5.

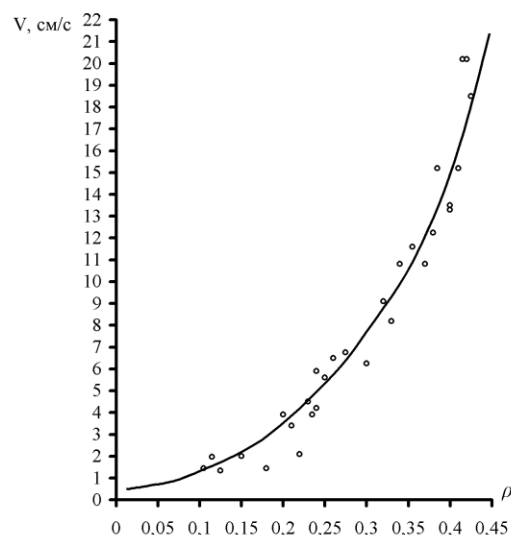


Рис. 4. Зависимость скорости колебаний частиц от приведенного веса заряда

На основании выведенных зависимостей можно сделать два существенно важных вывода:

1. При значительном удалении от центра взрыва ($r > 60-65$ м) скорость сейсмической волны уменьшается незначительно, т.е. в породах с данной акустической жесткостью сейсмические колебания проникают на значительные расстояния в глубину горного массива и существуют довольно долго, однако они по интенсивности на таких расстояниях не велики. Породы в этой зоне подвержены упругим деформациям.

2. При незначительных расстояниях от центра взрыва ($r < 10-15$ м) скорость сейсмических колебаний практически не зависит от расстояния и на данном удалении бесконечно возрастает. Это говорит о том, что в этой зоне породы подвержены не упругим деформациям, а упруго-пластическим и пластическим.

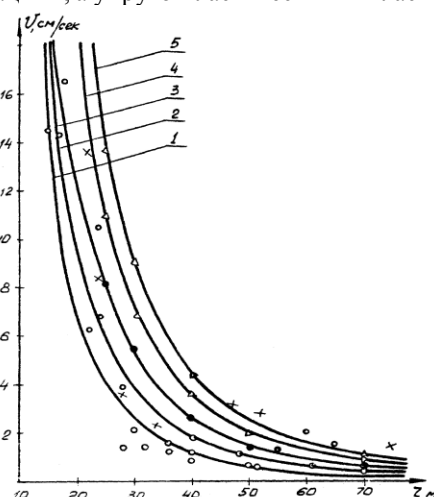


Рис. 5. Зависимость скорости сейсмоколебаний от расстояния: 1 — 100 кг ВВ; 2 — 300 кг ВВ; 3 — 600 кг ВВ; 4 — 900 кг ВВ; 5 — 1200 кг ВВ

Эти выводы подтверждаются теоретическими исследованиями. Известны, например, три зоны действия взрыва [4]:

I — зона активного разрушения горных пород взрывом при скорости развития трещин, близкой к

скорости волн Релея и с удельной плотностью энергии, равной $q = 0,125\gamma C_p/Q_v$;

II — зона управляемого разрушения горных пород взрывом, где удельная плотность энергии значительно меньше ее предельной величины;

III — зона неуправляемого разрушения горных пород взрывом. Разрушение здесь происходит лишь по наиболее развитым дефектам и имеет в целом вероятностный характер.

Радиус зоны неуправляемого разрушения составит [4]:

$$R_3 \geq 2,65 \sqrt{\frac{QQ_v}{\gamma C_p}} = 2,65 \sqrt{\frac{300 \cdot 427 \cdot 10^3}{2600 \cdot 4000}} \geq 6,3 \text{ м},$$

где Q — вес одновременно взрывающегося заряда (300 кг ВВ);

Q_v — потенциальная энергия ВВ ($427 \cdot 10^3$ кгм/кг);

γC_p — акустическая жесткость (2600 кг/м³ · 4000 м/с).

Таким образом, в зоне действия взрыва в породах с данной акустической жесткостью на расстоянии $R \leq 6,3$ м происходит дробление и интенсивное трещинообразование, на расстоянии $6,3$ м происходит резкое снижение интенсивности трещинообразования, а энергия, вышедшая за эту зону, начинает трансформироваться в энергию сейсмической волны. Как видно из полученного графика (рис. 5), начиная с расстояния 10 – 15 м, энергия взрыва полностью переходит в энергию сейсмических колебаний. Поэтому с точки зрения изучения распространения скорости сейсмоколебаний частиц пород в условиях опытной панели VIIа шахты №57 наиболее интересной для исследований зоной представляется зона от 15 до 65 м от центра взрыва.

Для определения скорости сейсмоколебаний в искусственных целиках следует рассмотреть задачу о взаимодействии волн напряжений с границей раздела двух сред. Как было выявлено выше, акустические жесткости рудного и закладочного массивов различны, поэтому решение задачи о взаимодействии волн, возникающих при взрыве, с границей раздела «руда-закладка» следует вести с учетом энергетического соотношения волн сжатия-растяжения.

Количество энергии, отраженной от границы раздела и прошедшей за границу раздела (т.е. в искусственный целик), может быть определено как [4]

$$W_{omp} = W_0 \left(\frac{\gamma_1 C_{p_1} - \gamma_2 C_{p_2}}{\gamma_1 C_{p_1} + \gamma_2 C_{p_2}} \right)^2, W_{np} = W_0 \frac{4\gamma_1 C_{p_1} \gamma_2 C_{p_2}}{\gamma_1 C_{p_1} + \gamma_2 C_{p_2}}, \text{ кг/м},$$

где W_0 — суммарная энергия волны, падающей на границу раздела, кг/м;

$\gamma_1 C_{p_1}$ — акустическая жесткость рудного тела, $14,6 \cdot 10^6$ кг/м³ · м/с;

$\gamma_2 C_{p_2}$ — акустическая жесткость закладочного массива, $3,0 \cdot 10^6$ кг/м³ · м/с.

Суммарная энергия на фронте волны, падающей на границу раздела двух сред, может быть выражена через скорость смещений частиц пород:

$$W_0 = \frac{1}{2} \gamma C_p V_0^2, \text{ кг/м},$$

а преломленная и отраженная энергии соответственно — через преломленную и отраженную скорости смещений:

$$W_{np} = \frac{1}{2} \gamma C_p V_{np}^2, W_{omp} = \frac{1}{2} \gamma C_p V_{omp}^2, \text{ кг/м},$$

тогда

$$\frac{1}{2} \gamma_1 C_{p_1} V_{np}^2 = \frac{1}{2} \gamma_1 C_{p_1} V_0^2 \frac{4\gamma_1 C_{p_1} \gamma_2 C_{p_2}}{\gamma_1 C_{p_1} + \gamma_2 C_{p_2}},$$

подставляя значения акустических жесткостей, получим $V_{np}^2 = V_0^2 \cdot 0,57$ или $V_{np} = V_0 \sqrt{0,57} = V_0 \cdot 0,75$.

Соответственно $V_{omp} = V_0 \cdot 0,25$.

Таким образом, приходим к выводу, что только 75% энергии сейсмической волны переходит в массив закладки. Тогда скорость колебаний частиц материала закладки определяется по формуле

$$V_{закл} = 0,75 V_{руды} = 0,75 \cdot 120 \rho^{2,25} = 90 \rho^{2,25}, \text{ см/с},$$

где $\rho = \sqrt[3]{Q/r}$ — приведенный вес заряда ВВ.

Установленная зависимость скорости смещений частиц закладки $V_{закл} = 90 \rho^{2,25}$, см/с позволяет определить оптимальные параметры буровзрывных работ (вес одновременно взрывающегося скважинного заряда ВВ в одном замедлении, интервалы замедлений между группами взрывающихся зарядов и порядок и последовательность взрывания зарядов ВВ, позволяющих при допустимой скорости смещений частиц материалов закладки обеспечить устойчивость последней и предотвратить разубоживание руды закладочным материалом при очистной выемке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Совершенствование параметров буровзрывных работ при системе разработки с закладкой и торцевым выпуском руды с целью снижения сейсмического воздействия взрыва на устойчивость закладки в условиях Жезказгана (1977–1978 гг): Научный отчет // Фонды Карагандинского государственного технического университета. Караганда, 1978.
2. Такелеков К.К., Вальштейн Г.И., Такелеков К.Ж. Совершенствование параметров буровзрывных работ при системе разработки с закладкой и торцевым выпуском руды с учетом сеймики взрыва в условиях Жезказгана // Научные труды / КарГТУ. Караганда, 2001. №2.
3. Байконуров О.А., Такелеков К.Ж., Помогов И.Т., Овсянников П.И. Сейсмический метод измерения величин динамических напряжений, возникающих при взрыве в очистных камерах Жезказгана // Проявление горного давления и сдвижения пород на рудниках Казахстана // Труды ИГД АН КазССР. Т.44. Алма-Ата, 1970.
4. Мосинев В.Н. Дробящее и сейсмическое действие взрыва в горных породах. М.: Недра, 1976.
5. Фадеев А.Б. Дробящее и сейсмическое действие взрывов на карьерах. М.: Недра, 1972.

Кенді терең скважиналармен қопару едісі кезінде арақабаттың оңтайлы биіктігін анықтау едістемесі

Арақабаттық штреткермен қазып алу жүйесінің негізгі көрсеткіштері болып арақабаттың биіктігі саналады. Арақабат кенін қопару жүйелері кезінде қабат астының оңтайлы биіктігі бұрғы штреткерін өтуге, скважиналарды бұрғылау мен атуға шамалы қаражаттың жұмсалуды ескере анықталады. Бірақта, тәжірибе жүзінде ізделінетін көрсеткіш пен скважиналар тереңдігі арасындағы нақтылы байланысты анықтау өте қиын, әсіресе кен денесін күрделі конфигурациялы кезінде. Желіс типі кен қабаты жатысының тау-геологиялық жағдайлары өздерінің күрделілігімен және өзгерулілігімен (физика-механикалық қасиеттерінің әртүрлілігімен, кеннің құлау бұрышы мен қалыңдығының өзгеруімен және т.б.) ерекшелінеді. Оптимизациялау бойынша қопару скважиналарының орналасу схемаларын зерттеуде скважиналардың орташа және қосындылар ұзындығы, веердегі саны, меншікті толтырымы бұрғыланбақ қабаттың ауданына байланысын, ал веердің жазықтық бағыттағы геометриялық пішініне байланысты еместігін көрсетеді. Сондықтан арақабаттың биіктігі бұрғыланатын қабаттың ауданын ескере отыра анықталады.

$$h_i = \frac{s}{m_i}, \text{ м}, \quad (1)$$

мұндағы h_i — i -ті арақабаттың биіктігі, м;
 s — бұрғыланатын қабаттың ауданы, м²;
 m_i — i -ті арақабаттың шегіндегі кеннің орташа қалыңдығы, м.

Есепке алынатын шығындарды бұрғыланатын қабаттың ауданы арқылы көрсетейік. Арақабаттық штреткерді өтуге жұмсалған қаражат (1 м³ арақабаттың қорын есептейтін) мына формуламен анықталады

$$Z_1 = \frac{C_{np}}{S}, \text{ тг/м}^3, \quad (2)$$

мұндағы Z_1 — 1 м³ арақабаттың қоры, тг/м³;
 C_{np} — 1м бұрғы штретін өтуге жұмсалған құн, тг;
 S — бұрғыланбақ қабаттың ауданы, м².

Кеннің бұрғыланбақ қабаттарына жұмсалатын қаражат веердегі скважинаның тереңдігіне байланысты. Өндірістік бақылау және қопару скважиналарының бұрғылау үдірістерін зерттеу арқылы бұрғылаудың механикалық жылдамдығы (V , мм/мин) мен 1 м скважинаны қопару құнының (C , тг/м) бұрғылау тереңдігіне (ℓ , м) байланысының эмпириялық тәуелділігі анықталды:

$$V = a\ell^{-\epsilon}; C = K + Z\ell, \quad (3)$$

мұндағы a, ϵ, K, Z — қолданылмақ жабдықтардың түріне кеннің физика-механикалық қасиетіне және тағы басқа байланысы бар коэффициенттер.

Бұл мәндер 1-кестеде келтірілген:

1-кесте

Станоктың т%орі	Байланыстың түрі			
	a	ϵ	K	Z
УК-1	54,0	0,262	0,122	16,67
ЛПС-3	56,0	0,232	0,128	15,96
СБУ-3к	338,0	0,295	0,063	5,66
КБУ-50	502,0	0,633	0,079	5,11

Бұрғылап ату жұмыстарының фактілік сандық мәліметтерін өңдеу арқылы алынған скважина тереңдігі мен бұрғыланбақ қабаттар ауданының арасындағы байланыс түзу сызықпен аппроксимираландырылады ($r = 0,785$; ($\mu = 11,9$).

$$\ell = (0,028 \cdot S + 6,1) \cdot R, \quad (4)$$

мұндағы R — бұрғыланбақ қабаттарда бұрғы үңгісінің орналасу орнына байланысы бар коэффициенті: бұрғы штретінің қабат ортасында орналасқан жағдайында $R = 1$; кен денесімен түйіскен жерінде $R = 1,3$.

Онда бұрғыланбақ қабат ауданы арқылы көрсетілген және 1 м³ кенді қопаруға қатысты жұмсалған қаражат келесі түрде көрсетіледі

$$Z_2 = \frac{1}{V} [K + Z \cdot R \cdot 0,028 \cdot S + 6,1], \text{ тг/м}^3, \quad (5)$$

мұндағы V — 1 м скважинадан шыққан кен, м³.

Негізінде қопару скважиналары скважиналар қабырғаларынан бөлінген және кенеттен үзіліп құлаған ұсақ жыныстармен толтырылады. Сондықтан қопару скважиналарын тазалауға жұмсалатын қосымша шығын келесі түрде көрсетіледі

$$Z_3 = \frac{C_0 \cdot \Delta \sum \ell}{V}, \text{ тг/м}^3, \quad (6)$$

мұндағы C_0 — 1 м ұзындықты скважинаны тазалауға жұмсалатын қаражат, тг;

Δ — заряд тығыздығы, кг/м³;

$\sum \ell$ — веердегі скважиналар ұзындығының қосындысы, м,

$$\sum \ell = \frac{m \cdot h \cdot W}{V}, \text{ м}, \quad (7)$$

мұндағы W — кедергі жол, м.

Бұрғыланбақ қабаттардың ауданы арқылы көрсетілген шығынның функциясы келесі түрде жазылады

$$Z_3 = \frac{C_0 \cdot \Delta \cdot S \cdot W}{V}, \text{ тг/м}^3, \quad (8)$$

(5), (8) формулаларымен сәйкес есепке алынатын шығын қосындылары келесі түрде жазылады

$$Z = \frac{C_{np}}{S} + \frac{1}{V} [k + ZR(0,028S + 6,1)] + \frac{C_0 \Delta S W}{V^2}, \text{ тг/м}^3. \quad (9)$$

Бұрғыланбақ қабаттар ауданының оңтайлы мәні максаттық функцияның минимумына $Z = f(S) \rightarrow \min$ байланысты. (9) функцияны экстремуммен зерттеу

арқылы бұрғыланбақ қабаттар ауданының оңтайлы мәнін табамыз

$$S_{omm} = \sqrt{\frac{C_{np} V^2}{0,028 R Z V + C_0 \Delta + C_0 \Delta W}}, \text{ м}^2. \quad (10)$$

Егерде кеннің қалыңдығы өзгермесе, онда қабаттар ауданын біле отыра арақабаттың оңтайлы биіктігін де анықтау қиын емес. Жоғарыда айтылғандай желіс тәрізді кен орнын игеруде кеннің қалыңдығы қабат бойынша үлкен диапазонмен өзгереді. Көп жағдайларда қолданылмақ кен қазу жүйелері үшін кенді қопару кен денесінің контуры бойынша жүзеге асырылады, әсіресе күрделі және тектоникалы бұзылған учасоктерді игеруде. Бұл жағдайларда блокағы кенді қопаруға және арақабаттық үңгіні өтуге жұмсалатын шығынды төмендету үшін әр арақабаттың биіктігін ерекше түрде анықтау қажет. Ізделінетін өлшемді анықтау әдістемесінің маңыздылығы 1-суретте келтірілген кен орнының жатыс жағдайы бойынша түсіндіріледі. Қысықсыздықты немесе күрделі конфигурациялы кеннің жанас жыныстармен байланысты түзу сызықтармен сипаттаушы коэффициент μ арқылы ауыстырылады

$$\mu = \frac{C}{0,01 a I_0 U - C}, \quad (11)$$

мұндағы C - қазып алынған және өңделген 1т кеннің өзіндік құны, тг/т;

a — қазып шығарылған кендегі металдың мөлшері, %;

I_0 - металл концентратының жалпы бағасы, тг;

U — кен байыту процесіндегі шығару коэффициенті.

Кен денесін координат сызықтарында жатқан деп түсінейік, мұнда ординат сызығы бір байланыс бойынша, ал абцисс сызығы тасымалдау горизонтындағы рельс басы деңгейімен жүргізіледі. Қаралынбақ жағдай үшін блок биіктігінің ұлғаюы мен қалыңдықтың өзгеруін функция $m = f(U)$ арқылы көрсетуге болады

$$m = m_2 \left(1 - \frac{1-a}{h_3} U \right), \text{ м}, \quad (12)$$

мұндағы $a = m_1/m_2$ — қалыңдықтар қатынасы;

m_1, m_2 — желдету мен тасымалдау горизонтындағы кен денесінің қалыңдығы, м;

h_3 — қабаттың биіктігі, м;

m — тасымалдау горизонтындағы рельс басы деңгейімен алынғандағы « U » биіктігіндегі желіс қалыңдығы, м.

Арақабат саны келесі түрде анықталады

$$n = \frac{S_{обц}}{S_{omm}}, \quad (13)$$

мұндағы $S_{обц}$ — бұрғыланбақ қабаттар ауданының қосындысы, м²

$$S_{i\dot{a}u} = m_{\dot{a}u} h_{\dot{a}u} - \sum \ddot{O}, \dot{i}^2, \quad (14)$$

мұндағы $\sum I$ — қалдырылатын дңгектердің қосынды биіктіктері (штрек үстіндегі дңгектер, төбелер), м. 12-формула бойынша

$$m_{cp} = \frac{m_1 - m_2}{h_3} \left(D + \frac{h_3 - \sum I}{2} \right) + m_2, \text{ м}, \quad (15)$$

мұндағы D — блок түбінің биіктігі, м.

14 пен 15 формулаларды ескере кейбір алгебралық өзгертулерден кейін арақабаттықтар саны келесі түрде көрсетіледі

$$n = \frac{m_2 (h_3 - \sum I) \left[1 - \frac{1-a}{h_3} \left(D + \frac{h_3 - \sum I}{2} \right) \right]}{S_{omm}}, \quad (16)$$

мұндағы $a = m_1/m_2$ — қалыңдықтар қатынасы.

Бұдан кейін әрбір арақабаттықты анықтаймыз

$$h_i = \frac{S_{omm}}{m_{cpi}}, \text{ м}, \quad (17)$$

бірақ

$$m_{cpc} = \frac{m_1 - m_2}{h_3} \left(D + \sum_{i=1}^n h_{i-1} + \frac{h_i}{2} \right) + m_2, \text{ м}, \quad (18)$$

онда i -ті арақабаттықтың биіктігін анықтайтын теңдеуді жазамыз.

$$h_i^2 - \frac{2 \left[h_3 - 1 - a \left(\sum_{i=1}^n h_{i-1} + D \right) \right]}{1-a} h_i + \frac{2 S_{omm} h_3}{m_2 (1-a)} = 0, \quad (19)$$

мұндағы D — блок түбінің биіктігі, м.

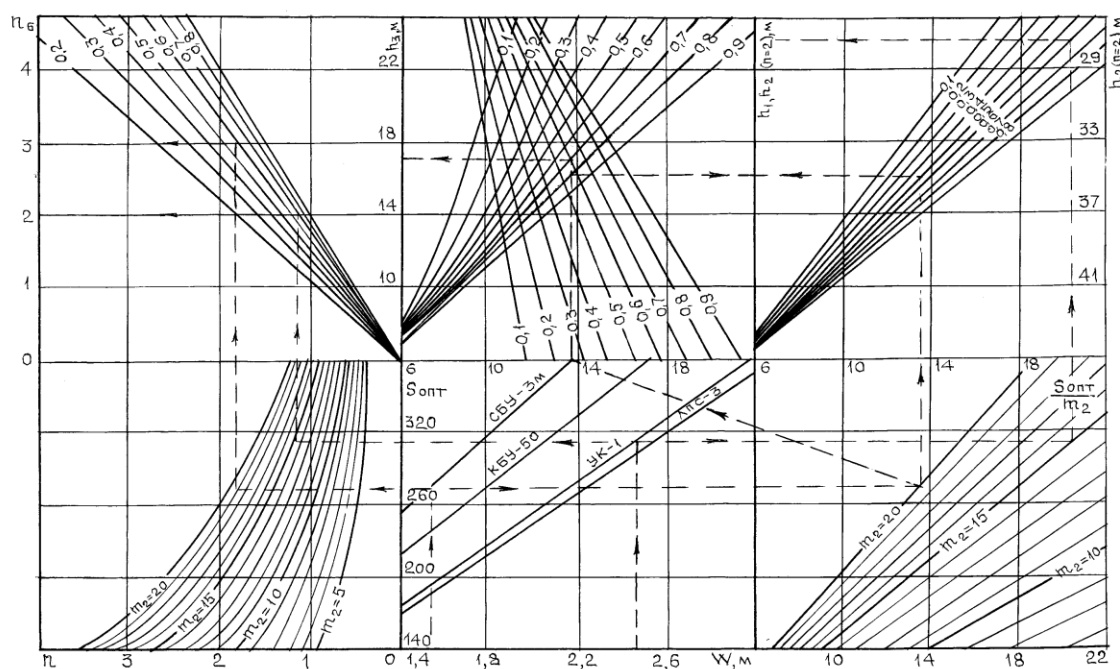
Арақабаттықтың түбір бөлшектегі көрсеткіші кезінде R коэффициенті өзгерту арқылы бұрғы үңгісінің орналасу орны өзгереді.

Арақабаттық биіктікті анықтауды жеңілдету үшін есептер шешімдері графика түрінде көрсетіледі. Қаралынбақ жағдай үшін суретте арақабаттық биіктікті анықтаудың номограммасы көрсетілген.

Арақабаттық биіктікті анықтайтын ұсынылмақ әдіс кен денесін қазып алуда (игеруде) қолданылуы мүмкін. Осы әдістеме бойынша анықталған арақабаттықтың биіктігі бүкіл блоктар мен арақабаттықтар бойынша өткізілетін арақабаттық үңгілердің шығындарының жойылу деңгейін бір қалыпта сақталуын қамтамасыз етеді. Сол себептен әр түрлі блоктардан алынатын «франко-люк» кенінің өзіндік құны тұрақтыланылады, яғни өзіндік құнның жобалануы жеңілдетіледі.

Бір дірілдегіш құрылғыға қатысты руданың тиімді қоры руданы түсіру мен жеткізуге жұмсалатын шама-лы қаражаттың жағдайына байланысты анықталады:

$$Z_{omm} = \sqrt{\frac{a' \Pi^2}{\epsilon' \Pi + C'}}, \quad (20)$$



Арақабаттық ұтымды биіктікті анықтау кестесі

мұндағы a' , v' , c' — нақтылы тау-геологиялық және кен-техникалық жағдайларға байланысты коэффициенттер ($a' = 4754$; $v' = 6,56 \cdot 10^{-4}$; $c' = 1,07 \cdot 10^{-3}$).

Бір дірілдегіш құрылғыға қатысты руданың шамалық қоры руданы діріл әдісімен түсірудің экономикалық нәтижелілігін оны тиеу мен жеткізудің басқа әдістерімен салыстыру арқылы анықталады:

$$aZ^2 + vZ_{\min} + c = 0, \quad (21)$$

мұндағы a , v , c — руданы тиеу мен жеткізу құралдарының өнімділіктеріне байланысты коэффициенттер.

Тиеу машиналарының орташа өнімділіктері кезінде (80 т/сменасына) тендеуге кіретін коэффициенттердің мәндері 2-кестеде көрсетілген.

2-кесте

Руданы діріл әдісімен түсірудің өнімділігі, т/сменасына	a'	v'	$c' \cdot 10^7$
100	0,0074	-979,2	$2,16 \cdot 10^7$
150	0,0219	-2334,9	$3,24 \cdot 10^7$
200	0,0354	-3687,8	$4,22 \cdot 10^7$
250	0,0505	-5046,3	$5,40 \cdot 10^7$

УДК 622.831
А.А. ТАКИШОВ

Исследование коэффициента бокового проявления напряжений целиков ленточной формы

Выражение для определения коэффициента бокового проявления напряжений, полученное на основе методов теории упругости, в середине целика имеет вид

$$\lambda_{\text{хлц}} = \frac{\frac{\nu}{1-\nu}}{1 - 3 \left(\frac{\nu}{1-\nu} \right) \cdot \left(\frac{1}{k_\phi} \right)^2}, \quad (1)$$

где $k_\phi = B_{\text{лц}} / H_{\text{лц}}$ — коэффициент формы;
 ν — коэффициент поперечной деформации;
 $B_{\text{лц}}$ — ширина целика ленточной формы;
 $H_{\text{лц}}$ — высота целика ленточной формы.

Исследуем данное соотношение. Проведены исследования функции (1). График зависимости коэффициента бокового проявления напряжений $\lambda_{\text{хлц}}$ от коэффициента формы целика k_ϕ показан на рисунке.

Проанализируем ее.

Зависимость $\lambda_{\text{хлц}} = f(k_\phi)$ симметрична относительно вертикальной оси. Интерес представляет правая часть графика (см. рис.), поскольку k_ϕ характеризует соотношение геометрических размеров и отрицательные значения не имеют физического смысла.

Данная зависимость имеет две асимптоты: вертикальная соответствует $k_\phi = \sqrt{3 \left(\frac{\nu}{1-\nu} \right)}$ и горизонтальная — $\lambda_{\text{хлц}} = \frac{\nu}{1-\nu}$. В интервале изменения коэффициента формы k_ϕ от $\sqrt{3 \left(\frac{\nu}{1-\nu} \right)}$ до бесконечности коэффициент бокового проявления напряжений $\lambda_{\text{хлц}}$ имеет положительные значения, а левее вертикальной

асимптоты при изменении k_ϕ от $\sqrt{3\left(\frac{\nu}{1-\nu}\right)}$ до нуля $\lambda_{хлц}$ — отрицательна.

Рассмотрим область положительных значений $\lambda_{хлц}$ правее вертикальной асимптоты. Когда k_ϕ стремится к $\sqrt{3\left(\frac{\nu}{1-\nu}\right)}$, $\lambda_{хлц}$ стремится к бесконечности.

При стремлении k_ϕ к бесконечности $\lambda_{хлц}$ стремится к $\frac{\nu}{1-\nu}$, то есть к коэффициенту бокового распора

А.Н. Динника. Попробуем понять, имеют ли физический смысл данные представления. Увеличение соотношения геометрических размеров $k_\phi = B_{лц} / H_{лц}$ будет происходить при увеличении ширины целика $B_{лц}$, при любом постоянном значении высоты $H_{лц}$. При стремлении k_ϕ в бесконечность $B_{лц}$ будет расти до бесконечности. Это означает, что рассматриваемый целик стремится в бесконечно длинный пласт или, при соответствующей высоте, это есть нетронутый массив. А для нетронутого массива на самом деле $\lambda_{хлц}$ равен коэффициенту бокового распора А.Н. Динника, что

действительно имеет физический смысл и соответствует истине.

Далее рассмотрим область левее вертикальной асимптоты, когда $\lambda_{хлц}$ имеет отрицательные знаки. Здесь при k_ϕ , стремящемся к нулю, $\lambda_{хлц}$ стремится к

нулю, и при стремлении k_ϕ к $\sqrt{3\left(\frac{\nu}{1-\nu}\right)}$, $\lambda_{хлц}$ также

стремится к бесконечности, как и при подходе к этой величине соотношения геометрических размеров справа. При подходе к вертикальной асимптоте справа $\lambda_{хлц}$ имеет знак положительный, а слева — знак отри-

цательный. Значит $k_\phi = \sqrt{3\left(\frac{\nu}{1-\nu}\right)}$ является такой величиной соотношения геометрических размеров целика, при которой коэффициент бокового проявления напряжений $\lambda_{хлц}$ меняет знак. Назовем ее критической величиной коэффициента формы.

Уделим внимание физическому смыслу $\lambda_{хлц}$. В [1, 2] его именуют коэффициентом бокового распора или бокового отпора и придают ему смысл, что он способ-

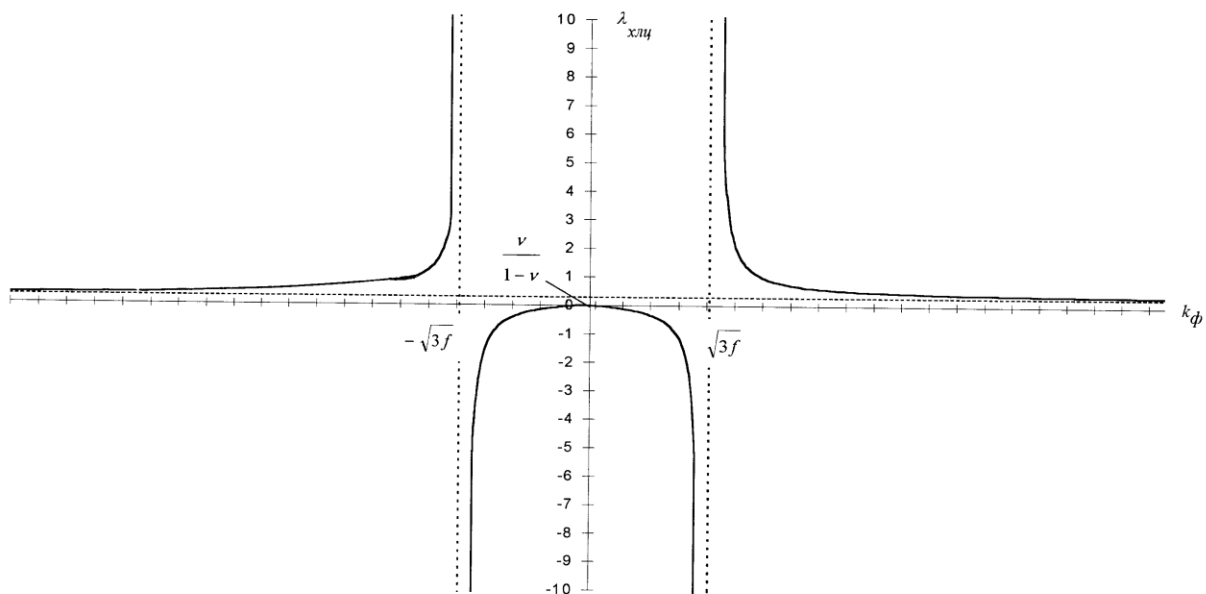


График зависимости коэффициента бокового проявления напряжений от коэффициента формы целика $f = \frac{\nu}{1-\nu}$

ствует образованию «ядра» прочности при k_ϕ больше единицы, когда ширина целика $B_{лц}$ значительно превышает его высоту $H_{лц}$. При этом $\lambda_{хлц}$ всегда представляется со знаком положительным. Однако данные исследования показывают, что он может быть как со знаком положительным, так и со знаком отрицательным. $\lambda_{хлц}$ правее вертикальной асимптоты, соответствующей критической величине коэффициента формы $k_\phi = \sqrt{3\left(\frac{\nu}{1-\nu}\right)}$, имеет знак «плюс» — горизон-

тальные составляющие напряжений направлены к середине целика. Левее $k_\phi = \sqrt{3\left(\frac{\nu}{1-\nu}\right)}$ $\lambda_{хлц}$ имеет знак «минус» — горизонтальные составляющие напряжений направлены от середины целика.

Это говорит о том, что в целиках с соотношениями геометрических размеров, в интервале от $\sqrt{3\left(\frac{\nu}{1-\nu}\right)}$ до бесконечности, в середине будет обра-

зовываться «ядро» сжатия, а в интервале от $\sqrt{3\left(\frac{\nu}{1-\nu}\right)}$ до нуля — «ядро» растяжения. Поскольку горные породы лучше работают на вид деформации сжатие, чем на растяжение, причем значительно, «ядро» сжатия является «ядром» прочности, а «ядро» растяжения — «ядром» разупрочнения.

В связи с вышеизложенным, для целиков с «ядром» прочности правомерно будет называть $\lambda_{хлц}$ коэффициентом бокового подпора, а для целиков с «ядром» разупрочнения $\lambda_{хлц}$ — коэффициентом бокового распора, а в общем случае $\lambda_{хлц}$ — коэффициентом бокового проявления напряжений, до выяснения истинного физического смысла этой величины, как это сделано автором. При этом критическая величина $k_\phi = \sqrt{3\left(\frac{\nu}{1-\nu}\right)}$ заключает в себе смысл такого соотношения ширины целика $B_{лц}$ к его высоте $H_{лц}$, которое является границей или водоразделом соотношения геометрических размеров целиков с «ядром» прочности и разупрочнения.

Из вышеизложенного следует, что целик, сжатый по двум граням, испытывает объемное напряженное состояние. Правее критической величины

$k_\phi = \sqrt{3\left(\frac{\nu}{1-\nu}\right)}$ с «ядром» прочности, левее — с «ядром» разупрочнения. Одноосное напряженное состояние для целиков любой формы, вернее, элементов систем разработки, понятие относительное, поскольку они находятся под давлением налегающей толщи и на контактных поверхностях существуют силы трения и сцепления.

При k_ϕ , близком к критическому слева и справа вертикальной асимптоты, $\lambda_{хлц}$ стремится к бесконечности. Однако небольшое изменение k_ϕ в сторону увеличения или уменьшения от критического приводит к резкому понижению значений $\lambda_{хлц}$, которые возможны в реальности (см. рис.). При стремлении k_ϕ к нулю $\lambda_{хлц}$ стремится к нулю. При этом левая граница должна ограничиваться условием, обеспечивающим устойчивость целика, поскольку с уменьшением k_ϕ целик приобретает форму стержня.

Таким образом, проведенный анализ аналитической зависимости (1) раскрывает суть происходящих явлений в целиках ленточной формы, поддерживающих налегающую толщу, в зависимости от величины соотношения его геометрических размеров, ширины к высоте.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ильштейн А.И., Либерман Ю.М., Мельников Е.А. и др. Методы расчета целиков и потолочин камер рудных месторождений. М., 1964. 70 с.
2. Турчанинов И.А., Иофис М.А., Каспарьян Э.В. Основы механики горных пород. Л.: Недра, 1977. 508 с.

УДК 622.284.54:531.3

Г.С. ЖЕТЕСОВА

Расчет подвижных посадок в соединениях гидростоек механизированных крепей, испытывающих динамические воздействия

Наиболее характерной особенностью работы соединений машин, испытывающих динамические воздействия, является непрерывное нагружение всех сопрягаемых деталей ударными волнами, которые в виде импульсов упругой деформации распространяются вдоль соударяющихся деталей [1, 2]. При каждом ударе штока с поршнем по основанию гидростойки упругие волны деформаций распространяются в соударяющихся деталях со скоростью

$$a = \sqrt{E/\rho}, \quad (1)$$

где E — модуль упругости материалов;

ρ — плотность материала (предполагается, что соударяющиеся детали изготовлены из одного материала).

В определенные моменты времени каждое сечение соударяющихся деталей сначала увеличивается (расширяется) в поперечном направлении, а затем сужается. Величина поперечной (пуассоновой) деформации круглого стержня, нагруженного продольным ударом, определяется по формуле

$$\Delta d = \pm \mu \frac{\sigma_{имп}(t)}{E} d, \quad (2)$$

где μ — коэффициент Пуассона материала;

$\sigma_{имп}(t)$ — амплитуда напряжения ударного импульса;

d — диаметр стержня.

Если по стержню пробегает волна сжатия, то правая часть равенства (2) является положительной величиной. Отрицательное значение Δd соответствует сужению стержня при волне растяжения.

При сложных конфигурациях деталей, в результате отражения волн напряжений от границ изменения акустической жесткости и их интерференции с прямыми волнами, образуется сложное поле напряжений в каждой точке детали, меняющееся не только от сечения к сечению, но и в каждом сечении со временем. Поэтому деформации в каждом сечении необходимо рассматривать как некоторую сумму последовательных ударных волн, таких как продольная и поперечная, прямая и отраженная, поверхностная волна Рэлея и др. [2]. В конструкциях гидростоек механизированных крепей детали (поршни, втулки, штоки и др.) имеют сложную конструктивную форму. В связи с этим, и форма ударных импульсов, сформированных соударениями этих деталей, очень сложная. Много-

численные частичные отражения и прохождения первоначальной волны, возникающей при ударе, вызывают изменения поперечных сечений.

Для предельного случая, когда при интерференции прямые и отраженные волны имеют одинаковый знак, максимальную амплитуду напряжений в деталях, нагруженных ударом, например, в штоке после соударения с основанием стойки с учетом внецентренного удара из-за перекосов в соединениях с зазором, аналогично ударным машинам [3, 4], можно определить по формуле

$$\sigma_{\max} = \left(0,35 \frac{e}{\sqrt{J/F_0}} + \frac{1+r_1}{2} k_\phi \right) \frac{V_0}{a} E, \quad (3)$$

где e — величина зазора подвижной посадки;

J — момент инерции сечения штока;

F_0 — площадь сечения соударяемой со штоком детали;

V_0 — скорость удара, принимается равной скорости осадки кровли;

r_1 — коэффициент отражения волн напряжений;

k_ϕ — коэффициент, учитывающий соотношение сечений, участвующих в ударе деталей.

Поперечная волна напряжений нагружает ударными импульсами охватывающие и другие детали, контактирующие с соударяющимися деталями, и имеет амплитуду

$$\tau = \sigma_{\text{имп}} t Q_C. \quad (4)$$

Коэффициент прохождения упругой волны через соединение может быть вычислен по формуле

$$Q_C = \frac{2F_K \rho_C b}{F_K \rho_C b + F_Y \rho_Y a_Y}, \quad (5)$$

где F_K — фактическая площадь контакта сопрягаемых шероховатых поверхностей;

F_Y — площадь сечения нагруженной ударом детали;

ρ_Y и ρ_C — плотности материалов нагруженной ударом детали и сопряженной с ней детали;

b — скорость сдвиговой (поперечной) волны;

a_Y — скорость продольной волны в нагруженной ударом детали.

В связи с этим все детали, входящие в соединение, изменяют свои диаметральные и линейные размеры пропорционально величинам проходящих в них волн напряжений. Одновременная деформация обеих деталей соединения, нагруженной ударом детали и сопряженной с ней детали, приводит к значительному увеличению зазора в динамике.

Величина изменения зазора в соединении, нагруженном ударом, может быть определена по формуле

$$\Delta S_{\text{дин}} = \mu \frac{d}{E} \sigma_{\text{имп}} t \left(1 + Q_C \frac{F_K}{F_{C.Д.}} \right), \quad (6)$$

где $F_{C.Д.}$ — площадь сечения детали, сопряженной с нагруженной ударом деталью.

Для нормальной работы подвижного соединения необходимо, чтобы наименьший конструктивный зазор $S_{K\min}$ был несколько больше суммарной величины диаметральных деформаций вала Δd и отверстия ΔD :

$$S_{K\min} \geq \Delta d + \Delta D. \quad (7)$$

Если условие (7) не будет выдержано и начальный конструктивный зазор будет занижен, то вместо предусмотренного зазора в соединении образуется натяг, может появиться заклинивание деталей соединения. Во избежание таких явлений необходимо соблюдение условия (7), в том числе и при возникновении ударных нагрузок большей амплитуды, и при влиянии дру-

где RZ_d и RZ_D — высота микронеровностей поверхности вала и отверстия;
 k_3 — коэффициент запаса подвижности соединения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Батуев Г.С., Голубков Ю.В., Ефремов А.К., Федосов А.А. Инженерные методы исследований ударных процессов. М.: Машиностроение, 1977. 240 с.
2. Харрис С.М., Крид Ч.И. Справочник по ударным нагрузкам. Л.: Судостроение, 1980. 360 с.
3. Соколинский В.Б. Машины ударного разрушения. Основы комплексного проектирования. М.: Машиностроение, 1982. 184 с.
4. Бегаоен И.А., Бойко А.И. Повышение точности и долговечности бурильных машин. М.: Недра, 1986. 213 с.
5. Дунаев П.Ф., Леликов О.П., Варламова Л.П. Допуски и посадки. Обоснование выбора. М.: Высш. шк., 1984. 112 с.

Т.Е. ЕРМЕКОВ
В.А. СЕЛЕЗНЕВ

Обоснование параметров резания угля резцовой коронкой выемочного манипулятора

- малая металлоемкость;
- маневренность при отбойке угольных пластов и

работы в очистных и проходческих забоях;

- широкая область применения.

Выемочные манипуляторы разработаны на базе проходческих комбайнов со стреловидным исполнительным органом, поэтому их применение в очистных забоях обеспечивает создание высокоэффективных комплексов, агрегатов и роботизированных комплексов [1, 2]. Необходимо обосновать параметры резания и геометрические характеристики поворотных резцов от резцовых коронок проходческих комбайнов [3]. Например, для вычисления мгновенной толщины стружки h_i будем предполагать, что предшествующий резец в линии резания опережает i -резец на угол φ_i , что соответствует интервалу времени Δt (рис. 1):

$$\Delta t = \frac{\varphi_i}{2 \cdot \pi \cdot n_{\text{off}}}.$$

Предположим (см. рис. 1), что плоскость вращения конца i -резца типа РКС за время Δt переместится в пространстве соответственно направлению и величине вектора $\overline{O'O}$; координаты точки O' в системе O_{xyz} равны:

$$\begin{cases} x_0 = -R_i \sin \omega_c \Delta t + \mathcal{G}_n \cos \alpha_a \sin \varphi \cdot \Delta t; \\ y_0 = \mathcal{G}_n \sin \alpha_a \cdot \Delta t; \\ z_0 = -R_i \left[1 - \cos \omega_c \Delta t \right] - \mathcal{G}_n \cos \alpha_a \cos \varphi_c \cdot \Delta t. \end{cases} \quad (1)$$

резца с центром в точке O

$$h_i = |AZ|. \quad (2)$$

Точка Z имеет координаты $(p_i \cos j_i, p_i \sin j_i, 0)$.

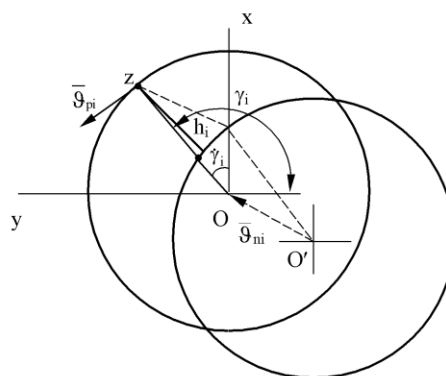


Рис. 1. Модель расчета мгновенной толщины стружки h_i

Для нахождения координат точки A необходимо решить систему уравнений:

$$\begin{cases} y = x \operatorname{tg} j'_i, \\ x - x_0^2 + y - y_0^2 = p_i^2, \\ z = z_0, \end{cases} \quad (3)$$

где $j'_i = j_i - \pi/2$.

Решением системы (3) будут координаты точки A :

$$\left\{ \begin{aligned} x &= \cos j'_i \left[x_0 \cos j'_i - y_0 \sin j'_i + \sqrt{p_i^2 - x_0 \sin j'_i + y_0 \cos j'_i}^2 \right], \\ y &= -\sin j'_i \left[x_0 \cos j'_i - y_0 \sin j'_i + \sqrt{p_i^2 - x_0 \sin j'_i + y_0 \cos j'_i}^2 \right], \\ z &= z_0. \end{aligned} \right. \quad (4)$$

С учетом найденных координат точек А и Z можно найти h_i :

$$h_i^2 = z_0^2 + \left[p_i - x_0 \cos j_i' - \sqrt{p_i^2 - x_0^2 \sin^2 j_i' + y_0^2 \cos^2 j_i'} \right]^2. \quad (5)$$

Подставляя значения координат точки О' в (5), получим искомое значение мгновенной толщины стружки. Предполагая, что за время Δt стрела исполнительного органа переместится на малый угол $\Delta \varphi$, можно упростить выражение для вычисления величин x_0, y_0, z_0 :

$$\begin{aligned} x_0 &= -R_i \omega_c - g_n \cos \alpha_a \sin \varphi_c \Delta t, \\ y_0 &= -g_n \sin \alpha_a \Delta t, \\ z_0 &= -g_n \cos \alpha_a \cos \varphi_c \Delta t. \end{aligned} \quad (6)$$

Тогда h_i можно вычислить по формуле

$$h_i = \frac{\varphi_i}{2\pi n_{об}} \sqrt{\left(p_i + a \sin j_i - b \cos j_i - \sqrt{p_i^2 - a^2 \cos^2 j_i + b^2 \sin^2 j_i} \right)^2 + c^2}. \quad (7)$$

При резании фронтально ($\alpha_a = 0$) -горизонтально ($\varphi_c = 0$) без качения стрелы формула упрощается:

$$h_i = \frac{g_n}{2\pi n_{об}} \varphi_i. \quad (8)$$

При резании флангово ($\alpha_a = \pi/2$) -горизонтально ($\varphi_c = 0$) без качения стрелы формула (7) преобразуется к виду:

$$h_i = \frac{g_n}{2\pi n_{об}} \varphi_i \left(\frac{p_i}{g_n} + \sin j_i' - \sqrt{\frac{p_i^2}{g_n^2} - \cos^2 j_i'} \right). \quad (8a)$$

Данные формулы полностью соответствуют формулам для вычисления h_i для бурового (8) и шнекового или барабанного (8a) исполнительных органов соответственно [3]. Данное сопоставление служит доказательством правильности формулы (7), которая применима для вычисления h_i для широкого круга режимов резания [3]. При резании только за счет качения стрелы ($\omega_c \neq 0, g = 0$) h_i равно

$$h_i = \frac{\omega_c R_i}{2\pi n_{об}} \varphi_i \left(\frac{p_i}{\omega_c R_i} + \sin j_i - \sqrt{\left(\frac{p_i}{\omega_c R_i} \right)^2 - \cos^2 j_i} \right). \quad (9)$$

Если в формулу (7) ввести угол j_{0i} , то формула для h_i примет вид

$$h_i = \frac{\varphi_i}{2\pi n_{об}} \sqrt{\left(p_i + \sqrt{a^2 + b^2} \sin j_i - j_{0i} - \sqrt{p_i^2 - a^2 + b^2 \cos^2 j_i - j_{0i}^2} \right)^2 + c^2}. \quad (10)$$

График зависимости h_i от центрального угла вращения ($j_i - j_{0i}$) i-резца представлен на рис. 2. С ростом составляющей скорости подачи вдоль оси рабочего органа g_{n3i} (= c) вариация h_i уменьшается.

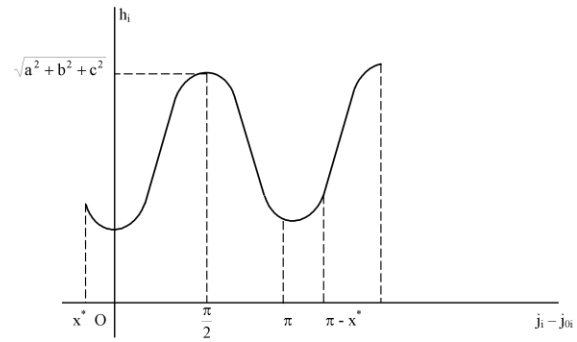


Рис. 2. График зависимости h_i от центрального угла вращения резца ($j_i - j_{0i}$)

Полагая далее, что $p_i \geq (a^2 + b^2)$, формулу (10) упрощаем

$$h_i \approx \frac{\varphi_i}{2\pi n_{об}} \sqrt{c^2 + a^2 + b^2 \sin^2 j_i - j_{0i}}. \quad (11)$$

Средняя $\bar{h}_i$ равна (за период резания)

$$\bar{h}_i = \frac{1}{\pi - x^* - x^*} \int_{j_{0i} + x^*}^{j_{0i} + \pi - x^*} h_i j_c \alpha j_i. \quad (12)$$

Подставляя в (12) упрощенную формулу (11) и учитывая выражение (2) для определения зоны резания, получим (при условии непрерывности зоны резания)

$$\bar{h}_i = \frac{2}{\pi - 2x^*} E\left(\frac{\pi - x^*}{2}, \varepsilon\right) \frac{\sqrt{a^2 + b^2 + c^2}}{2 \cdot \pi \cdot n_{об}} \varphi_i, \quad (13)$$

где $E\left(\frac{\pi - x^*}{2}, \varepsilon\right)$ — интеграл Лежандра второго рода.

Максимальное значение $h_{i\max}$ равно

$$h_i = \frac{\sqrt{a^2 + b^2 + c^2}}{2\pi n_{об}} \varphi_i. \quad (14)$$

Соотношение между $\bar{h}_i$ и $h_{i\max}$ в соответствии с (13) и (14) равно

$$\bar{h}_i = \frac{2}{\pi - 2x^*} E\left(\frac{\pi - x^*}{2}, \varepsilon\right) \cdot h_{i\max}, \quad (15)$$

среднее значение $\cos \beta_i$ равно

$$\overline{\cos \beta_i} = \lambda \frac{\sqrt{1 - \varepsilon^2} k\left(\frac{\pi - x^*}{2}, \varepsilon\right)}{\pi - 2x^*} + \mu \frac{\pi - 2 \cdot \arccos \varepsilon \cos x^*}{\pi - 2x^*}, \quad (16)$$

где $k\left(\frac{\pi - x^*}{2}, \varepsilon\right)$ — интеграл Лежандра первого рода.

При фронтально-горизонтальном резании это соотношение равно

$$h_{i\max} = \bar{h}_i.$$

При флангово-фронтальном резании

$$\bar{h}_i = 2/\pi h_{i\max}.$$

Необходимо вычисление силы резания z , подачи y и боковой x .

Для нахождения z_i, y_i и x_i необходимо определить, находится ли i -резец в зоне резания (в контакте с за-

бояем), то есть проверяется условие

$$x^* + j_{0i} \leq j_i \leq j_{0i} + \pi - x^*. \quad (17)$$

В случае выполнения условия (17) силы резания z_i , подачи и боковая x_i рассчитываются в соответствии с ОСТ (проект) для поворотных резцов [3]:

$$z_i = z_{0i} + f' \cdot y_{0i} / \alpha_{ki} - 0,7 \text{ [Н]}, \quad (18)$$

$$y_i = y_{0i} / \alpha_{ki} + 0,3 \text{ [Н]}, \quad (19)$$

$$x_i = 0,02 z_i \beta_{pi}, \quad (20)$$

где f' — коэффициент сопротивления резанию (для карагандинских углей — 0,4).

Кинематический угол резания α_{ki} для ВМФ-4П определяется следующим образом:

$$\alpha_{ki} = \frac{j_0}{2} + \arccos \left[\frac{g_{pi}}{g_i} \cos \left(\alpha_i - \frac{j_0}{2} \right) + \lambda \left(\frac{g_{nzi}}{g_i} + \mu \frac{g_{noi}}{g_i} \right) \right], \quad (21)$$

где $g_i = \sqrt{g_{nzi}^2 + g_{noi}^2 + g_{pi}^2}$;

α_i — угол резания i -резца;

β_{pi} — задается в градусах;

z_{0i}, y_{0i} — силы на остром резце, вычисляются соответственно по формулам (6, 8, 10, 11):

$$z_{i\delta i} = 10 \cdot \overline{A_p} \cdot k_{i\delta i} \frac{0,35 b_{pi} + 0,3}{b_{pi} + E \sqrt{h_i}} h_i k_i k_{\delta i} k_{yi} k_{\delta i} \frac{1}{\cos \beta_i} \text{ [Н]},$$

$$y_{i\delta i} = \frac{0,6E}{E - 0,6 \sqrt{h_i}} z_{i\delta i} \text{ [Н]},$$

где $\overline{A_p}$ — сопротивляемость резанию в неотжатой зоне массива (для угля или породного прослойка), [Н/мм];

E — показатель степени хрупкости пласта (для карагандинских углей $E = 1,65$);

k_{omi} — коэффициент отжима угля в зоне работы i -резца, вычисляется по формуле

$$k_{omi} = \frac{1,25E - 0,8}{E - 0,8} - \frac{1,1}{B_{zi}/H_p + 1}^2,$$

где H_p — вынимаемая мощность пласта, м;

B_{zi} — расстояние от i -резца до обнаженной поверхности забоя, для ВМФ равно

$$B_{zi} = p_i [\max(\cos(j_{0i} + x^*), \cos(j_{0i} + \pi - x^*)) - \cos j_i]; \quad (22)$$

h_i — вычисляется по формулам (10), (2), (11), см;
 b_{pi} — ширина режущей части резца, для конических резцов вычисляется следующим образом:

$$b_{pi} = 0,9 \sqrt{h_i} \frac{\sin j_0/2}{\sin \delta} \sqrt{\cos j_0 + \sin j_0 \operatorname{ctg} \delta - j_0};$$

t_i — ширина стружки, определяется как среднее расстояние между линиями резания, см

$$t_i = 0,5(\Delta y_i + \Delta y_{i+1}),$$

где Δy_i — расстояние между i и $(i-1)$ — резцами вдоль оси коронки:

$$\Delta y_i = H_i - H_{i-1} + e (\sin \beta_{n(i-1)} - \sin \beta_{ni}). \quad (23)$$

k_{zi} — коэффициент обнажения забоя, равен

$$k_{zi} = \begin{cases} 0,25 + \frac{0,66}{h_i + 1,3}, & \text{если } t_i = t_{onmi}, \\ 1 + 1,6 \left(\frac{t_i}{t_{onm}} - 1 \right)^2 k_{zi}, & t = t_{onm}, \text{ если } t_i < t_{onmi}, \\ 1 + 0,21 h_i \left(\frac{t_i}{t_{onm}} - 1 \right) k_{zi}, & t = t_{onmi}, \text{ если } t_i > t_{onmi}, \end{cases}$$

где $t_{onmi} = \left(\frac{0,5h_i}{0,5h_i + 4,5} + 0,7h_i \right) \frac{1,41E}{E + 1,2} + b_{pi}$;

k_{yi} — коэффициент влияния угла резания на удельную энергию резания:

$$k_{yi} = 0,012 \cdot \delta + \frac{0,42E}{E + 3,45}.$$

Угол резания δ задается в градусах.

$k_{\phi i}$ — коэффициент формы режущей части i -резца, для поворотных резцов равен 1,4;

k_{npi} — коэффициент влияния поворотного резца на силу резания, равен

$$k_{npi} = k_{\beta i} k_{\delta i},$$

где $k_{\beta i}$ — коэффициент влияния угла разворота резца, для шахматной схемы резания равен

$$k_{\beta i} = 1 + 0,02 \cdot \beta_{ni},$$

где β_{ni} задается в градусах;

$k_{\delta i}$ — коэффициент влияния диаметра буртика державки и вылета керна (для резцов РКС-1 от проходческого комбайна ПК-9Р).

Предложенное нами обоснование параметров резания угля резцовой коронкой от ПК-9Р дает возможность использования существующих конструкций исполнительных органов проходческих комбайнов и набора пакета программ на ЭВМ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сагинов А.С., Квон С.С., Лазуткин А.Г., Ермаков Т.Е. Флангово-фронтальная выемка пластовых месторождений. Алма-Ата: Наука, 1983. 280 с.
2. Ермаков Т.Е. Научные основы проектирования и конструирования роботизированных комплексов для горной промышленности // Труды Первой междунар. науч.-практ. конф. «Горное дело в Казахстане. Состояние и перспективы». Алматы. ВАКРК, 2000. С. 407–410.
3. Ермаков Т.Е., Селезнев В.А., Сарсембаев Т.У., Несипбаев Ж.С. Обоснование удельных энергозатрат при различных режимах работы автоматического манипулятора при отбойке горных пород // Научные труды. Караганда, 1999. Вып. 4. С. 147–150.

УДК 622.232.8

Т.Е. ЕРМЕКОВ
Ж.С. НЕСИПБАЕВ**Определение динамических характеристик бурильной установки УБГП как объект для автоматизации**

Создание систем автоматического регулирования режимов работы бурильных машин требует достаточно полного теоретического и экспериментального исследования условий их эксплуатации. Многочисленными исследованиями нагрузок приводов горных машин установлено, что действующие на них возмущения представляют собой случайные функции.

Для угольных бурильных машин и установок основным возмущающим воздействием является изменение физико-механических свойств пробуриваемого массива, поэтому суммарная нагрузка на перфораторе и податчике определяется изменением свойств массива в пространстве.

Случайный характер изменения действующих на бурильных машинах внешних сил предопределяет необходимость применения вероятных методов для исследования анализа точности и синтеза систем автоматического управления.

Бурильная установка УБГП как объект автоматического управления характеризуется наличием переменных параметров, нелинейности и обратных связей, в том числе перекрестных, поэтому синтез систем управления аналитическими методами не обеспечивает необходимой точности, а часто вообще искажает динамические характеристики процесса в силу неизбежных при этом методе линеаризации и упрощении.

При изучении различных технологических процессов широкое применение получили статистические методы исследований, которые во многих случаях являются единственными для определения динамических характеристик, в частности, придаточных функций.

Осциллографические записи скоростей перемещения манипулятора и податчика, токов нагрузки электродвигателя насосной установки, надвигание телескопа и податчика получены в рабочем режиме УБГП. Стендовые испытания проводились в условиях рудника при бурении шпуров проходческих работ. Осциллограммы скоростей и токов получены с помощью осциллографа НО-30, усилителя 8АН-4, преобразова-

теля мощности ПО226, измерительных трансформаторов, тахогенераторных датчиков.

Предварительный анализ показал, что реализации являются стационарными и эргодическими функциями. Для ввода в вычислительную машину данные непрерывных функций были представлены в дискретной форме квантованием во времени. Шаг квантования принят равным из расчета 5–7 точек на период наиболее высокочастотной составляющей процесса. Длина реализации определена из расчета 10 периодов низкочастотной составляющей процесса.

С помощью прикладной программы дискретные значения случайных функции преобразовали на основе информационно-технологической компьютерной системы; статистических характеристик по следующим формулам:

$$\bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N X_t ;$$

дисперсия:

$$\delta^2 = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N X_t - \bar{X}^2 ;$$

корреляционная функция:

$$k \cdot \tau = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^{N-\tau} X_t - \bar{X} \cdot X_{t+\tau} - \bar{X} ;$$

спектральная плотность:

$$C_{xx} f = \frac{\Delta}{N} \left| \sum_{t=n}^{n-1} X_t e^{-j^2 \pi f t \Delta^2} \right|.$$

В результате расчета на вычислительной машине согласно типовой блок-схеме программы вычисления вероятных характеристик получили графики изменения корреляционных функций и спектральной плотности скорости и тока при перемещении коронки под нагрузкой по массиву и при работе манипулятора (рис. 1, 2).

При исследовании экспериментальных данных ос-

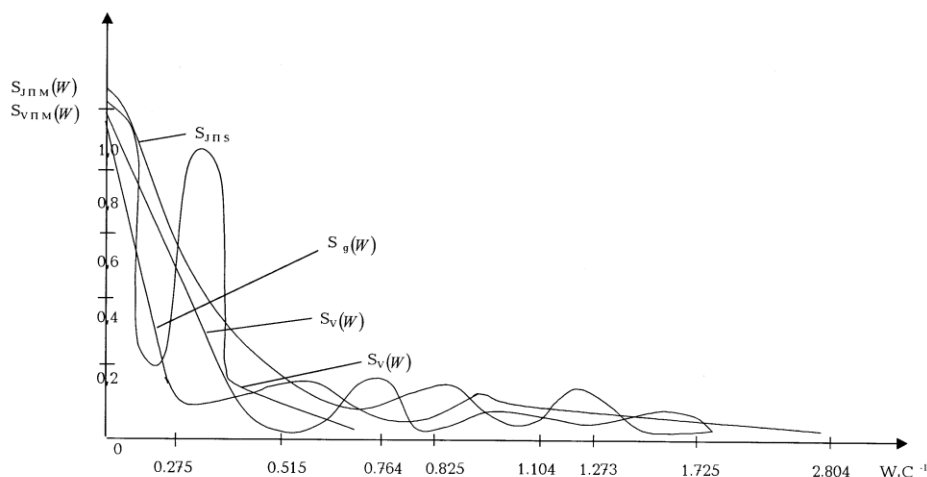


Рис. 1. Оценки нормированных спектральных плотностей скорости и тока податчика и манипулятора УБГП

новное внимание уделено спектрально-корреляционному анализу, так как с помощью оценок спектральной характеристики исследован характер дина-

установки при надвигании можно аппроксимировать, согласно методам Института «ЖезказганНИПИцветмет», из условия минимизации среднеквадратичного

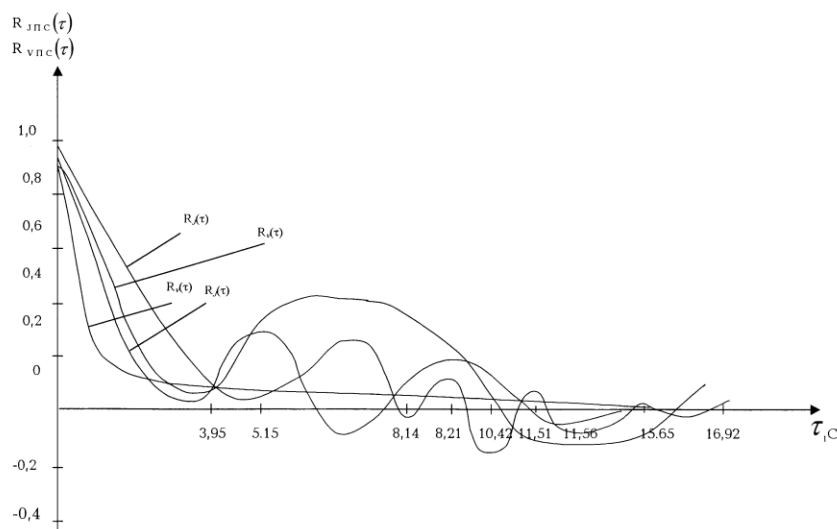


Рис. 2. Оценки нормированных автокорреляционных функций скорости и тока податчика и манипулятора УБГП

мических нагрузок, развивающихся в УБГП. Анализ оценок корреляционных функций позволил установить вид и определить параметры регулярных колебаний динамических нагрузок. При ручном управлении в корреляционных функциях скорости подачи машины видно, что скорость податчика имеет высокую положительную корреляцию при малых запаздываниях, т.е. до двух секунд, и малую — при более высоких и экспоненциально достигает нуля при сдвиге 28,72 с. Спектр имеет хорошо выраженный пик на частоте 0,341 Гц, который, возможно, объясняет небольшую периодичность корреляционной функции при больших значениях аргумента.

Из корреляционных функций тока при надвигании видно, что он имеет высокую положительную корреляцию с уменьшением до 0 при сдвиге 2,807 Гц. Пик спектра объясняется наличием гармонии корреляционной функции. Подобный анализ можно сделать с автокорреляционными функциями и спектральной плотностью скорости и тока при движении манипулятора по точкам забоя.

Из графиков автокорреляционных функций тока электродвигателя насосной станции при внедрении инструмента в массив и при обработке забоя манипулятором видно, что при ручном управлении функции имеют вид затухающих синусоидальных колебаний с периодами 3–5 с, с амплитудами порядка 0,3–0,5. Это нормированные корреляционные функции отражают квазипериодические колебания тока со значительными амплитудами и частотами. Графики спектральной плотности показывают наличие больших дисперсий на низких частотах порядка до 0,3–0,4 Гц, дисперсий порядка 0,2–0,3 на частотах 0,4–0,6 Гц, порядка 0,2 на частотах 0,4–0,8 Гц и 0,15–0,2 при податчике на частотах 1,1–2,8 Гц. Данные нормированных функций спектральной плотности также подтверждают случайный характер изменения тока со значительными амплитудами и частотами.

Полученные графики автокорреляционных функций скорости податчика и тока двигателя насосной

отклонения от вычисленных табличных значений следующими аналитическими выражениями [2]:

$$R_{впм} \tau = A v e^{-\alpha \tau},$$

$$R_{лпм} \tau = A_j e^{-\alpha \tau} \cos \omega \tau.$$

Коэффициенты затухания экспоненты корреляционных функций скорости подачи и тока насосной станции при надвигании манипулятора соответственно:

$$\alpha_{впм} = \frac{3}{\tau k}, \quad \alpha_{лпм} = \frac{\pi}{\tau_3 - \tau_1} \operatorname{tg} \frac{\pi}{2} \frac{3\tau_1 - \tau_3}{\tau_3 - \tau_1},$$

где τ_1 и τ_3 — точки прохождения корреляционной функции через нуль.

Полученные графики корреляционных функций скорости перемещения коронки и тока двигателя насосной станции можно аппроксимировать также из условий минимизации среднеквадратичного отклонения от вычисленных табличных значений следующими аналитическими выражениями [1]:

$$R_{впк} \tau = A_v e^{-\alpha \tau} \cos \omega \tau;$$

$$R_{лпк} \tau = A_j e^{-\alpha \tau} \left(\cos \omega \tau + \frac{a}{\omega} \sin \omega \tau \right).$$

Коэффициент затухания экспоненты корреляционной функции скорости перемещения коронки определяется по формуле

$$\alpha v = \frac{\pi}{\tau_3 - \tau_1} \cdot \operatorname{tg} \frac{\pi}{2} \frac{3\tau_1 - \tau_3}{\tau_3 - \tau_1}.$$

Для определения коэффициента затухания экспоненты корреляционной функции тока насосной станции необходимы графики корреляционной функции и спектральной плотности, из-за того, что аппроксимирующее выражение представляет собой сумму функций. Поэтому он определяется по формуле

$$\alpha_{ij} = \frac{A_i}{2\pi S \max \omega i},$$

а дисперсия на несущей частоте:

$$A_i = 2 \int_{\omega i - \Delta \omega i}^{\omega i + \Delta \omega i} S_{\omega} d\omega.$$

Ввиду того, что корреляционная функция скорости подачи машины имеет характеристику белого шума, а корреляционная функция скорости перемещения манипулятора белого шума на ограниченном участке, то по аналитическому выражению корреляционных функций выходов, т.е. токов электродвигателя насосной станции органа при надвигании и при податчике инструмента по методике Института «ЖезказганНИПИцветмет»:

передаточная функция машины при внедрении штанги имеет следующее выражение [2]:

$$W_p = \frac{k_1 [k_2 T_p + 1]}{T^2 p^2 + 2\varepsilon T_p + 1},$$

передаточная функция машины при поперечном перемещении манипулятора:

$$W_p = \frac{k}{T^2 p^2 + 2\varepsilon T_p + 1},$$

где k — коэффициент передачи;

T — постоянная времени;

p — оператор Лапласа;

ε — дескремент затухания.

Параметры передаточных функций определяются следующими аналитическими выражениями:

$$T = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + \omega^2}}; \varepsilon = \frac{\alpha}{\sqrt{\alpha^2 + \omega^2}};$$

$$K_2 = \frac{1}{\sqrt{2}}; K_1 = \sqrt{\frac{2\delta^2 \alpha}{\pi S_0 \alpha^2 + \omega^2}}.$$

Вычисленные значения параметров корреляционных функций и передаточных функций сведены в таблицы 1 и 2.

На основании вычисленных параметров мы получили передаточные функции в форме, необходимые для исследования на аналоговой вычислительной машине. Соответственно при податчике машины и

при надвигании манипулятора:

$$W_p = \frac{5,2 \cdot 10^{-4} p + 1,6 \cdot 10^{-2}}{10 \cdot 10^{-4} p^2 + 6,4 \cdot 10^{-2} p + 1};$$

$$W_p = \frac{0,17}{0,5 p^2 + 0,46 p + 1}.$$

Таким образом, бурильная установка в обоих режимах представляется динамическим, колебательным звеном второго порядка.

Таблица 1

ЗНАЧЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ ФУНКЦИЙ

Корреляционная функция						
1. Скорости податчика	2,680					0,165
2. Тока электродвигателя насосной станции при надвигании манипулятора	31,764	1,58	10	12	122,1	0,210
3. Скорости перемещения податчика	8,84	0,75	5,4	9,6	—	0,160
4. Тока двигателя насосной станции при перемещении манипулятора	3,66	1,4	9	11,2	244,4	0,160

Таблица 2

ЗНАЧЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПЕРЕДАТОЧНЫХ ФУНКЦИЙ

Передачная функция	К	К	Г	Е
1. При подаче податчика	0,02	0,8	0,032	0,99
2. При перемещении манипулятора	0,17	—	0,250	0,92

В дальнейшем передаточные функции манипулятора вместе с передаточной функцией выбранного регулятора нагрузки двигателя насосной станции исследуются на аналоговой вычислительной машине АВН-9 для исследования устойчивости работы системы регулирования, с целью определения возможности защиты электродвигателя от опрокидывающих нагрузок путем снижения скорости надвигания и податчика с манипулятором.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ермеков Т.Е., Сарсембаев Т.У., Несипбаев Ж.С. Динамика горных и транспортных машин. Караганда, 2001. 148 с.
2. Динамические процессы горных машин. М.: Недра, 1972. 240 с.

УДК 338.4:622.32

Д.Р. СИХИМБАЕВА
М.Р. СИХИМБАЕВ

Современные тенденции в производстве и использовании топливно-энергетических ресурсов

На современном этапе нефтегазовая отрасль является чрезвычайно важной в казахстанской экономике. За последние годы благодаря именно этой отрасли, а во многом и благоприятной конъюнктуре цен на мировых рынках, в Казахстане наметилось существенное улучшение общей макроэкономической ситуации. Валовой внутренний продукт растет высокими темпами, снижается уровень инфляции. Все это

происходит не только на фоне отраслей, связанных с внешним сектором, таких как нефтегазовая, но и наблюдается рост других отраслей реальной экономики, в частности легкой, пищевой промышленности.

С начала промышленного использования нефти в мире ее было добыто в общей сложности 807 млрд. баррелей, причем 50% сырья было использовано во время и после нефтяного кризиса 70-х годов. Извест-

ные и остающиеся пока в недрах запасы нефти не превышают 995 млрд. баррелей. Мировая добыча нефти, увеличиваясь четвертый год подряд, возросла во всех регионах мира, за исключением Западной Европы, где нефтедобыча стабилизировалась. По мнению экспертов, ожидается резкий рост предложения нефти: к 2004 г. Ирак сможет добывать 5,3 млн., а к 2010 г. — более 6,5 млн. баррелей нефти в сутки. В результате осуществления крупных инвестиций Венесуэла, чья добыча составляет примерно 3,5 млн. баррелей в сутки, через 5 лет увеличит ее до 5 млн., а к 2010 г. — до 6 млн. баррелей. Другой существенный фактор давления на цены — финансовый кризис в Юго-Восточной Азии. Рост спроса на нефть в регионе в 1986-1996 гг. на 40% был обусловлен высокими темпами развития ряда стран Азии, которые сейчас вступили в стадию экономического застоя. Поэтому некоторые аналитики считают, что чрезмерные объемы нефти из СНГ на западноевропейском рынке не нужны. При росте предложения уже на 0,5% равновесие на нефтяном рынке Европы нарушается. Учитывая, что прирост спроса в обозримой перспективе не будет превышать нескольких процентов в год, по самым оптимистическим прогнозам, Россия и Казахстан не могут рассчитывать на сбыт более 150 млн. тонн. В то же время международные эксперты полагают, что самой крупной страной — потребителем нефти, газа, угля и электроэнергии, вырабатываемой от использования этих видов топлива, в Азиатско-Тихоокеанском регионе (АТР) предвидится Китай. Ряд прогнозов утверждает, что Китай станет крупнейшим потребителем энергоресурсов не только в АТР, но и в мире, т.к. в КНР ежегодный рост ВВП составляет 10% и каждый год выделяется 2,85 трлн. долларов на импорт энергоносителей.

По оценкам западных экспертов, Республика Казахстан без учета ведущейся разведки недр обладает запасами в 15–30 млрд. извлекаемых углеводородов. Сегодня из этого запаса добывается только 1%, т.е. чуть больше 20 млн. тонн. Собственные потребности нефтеперерабатывающих заводов составляют только 1–2 млн. тонн, остальная нефть экспортируется. В то же время в республике имеются мощности по переработке около 20 млн. тонн на нефтеперерабатывающих заводах, ориентированных на российскую нефть. Казахстан занимает 11-е место в мире по запасам нефти, но, как полагают, обнаружение новых месторождений могло бы поднять его на 5-е место. Сейчас Казахстан располагает разведанными запасами нефти, оценивающимися более чем в 3 млрд. тонн, однако потенциал республики значительно выше — ожидается скорое открытие новых месторождений как на суше, так и на шельфе Каспийского моря, что позволит в перспективе увеличить добычу нефти в 5–7 и более раз. Однако освоить их своими силами Казахстан не может, т.к. с 90-х годов начался технический упадок нефтедобывающих предприятий.

За 1992–1995 гг. объем добычи нефти имел тенденцию спада, что было вызвано снижением инвестиций в воспроизводство действующих мощностей и обеспеченности материально-техническими ресурсами для ведения нормального производственного процесса.

Отрицательное влияние оказали неотрегулированность финансовых взаимоотношений со странами СНГ,

в первую очередь с Россией, по поставкам западноказахстанских, сложных по составу нефтей и встречным поставкам тюменской нефти на Павлодарский и Шымкентский НПЗ, отсутствие транспортных трубопроводных связей внутри республики между районами добычи и переработки. Начиная с 1996 г. начался рост добычи нефти за счет работы на новых месторождениях и на отработываемых совместными предприятиями. Это обусловлено также усилением внимания в течение всего года на работу с фондом скважин, стабильную работу магистральных нефтепроводов.

Развитие нефтяной промышленности в масштабах, обеспечивающих внутренние потребности в нефти, продуктах ее переработки, а также в валютных средствах для модернизации экономики, требует весьма крупных инвестиций и внедрения современных технологий. В этих условиях основным направлением развития отрасли стало создание совместных предприятий.

Происходящие перемены и, в первую очередь, стремительная приватизация направлены на привлечение иностранных инвестиций в нефтегазовую отрасль республики. Все эти реформы потребовали новых подходов к управлению нефтегазовой отраслью, соответствующих международным стандартам. Это означало: во-первых, способность реагировать на изменения конъюнктуры рынка; во-вторых, внедрять новейшие технологии; в-третьих, отстаивать интересы Казахстана на мировых рынках и проводить менеджмент на международном уровне. Для достижения этих целей в 1997г. была создана государственная компания АО «Казахойл» и уже в 1997 г. АО «Казахойл» достигло уровня 1990 г. по добыче нефти и газового конденсата, объем которых составил 25,8 млн. тонн и в 1998 г. — 25,9 млн. тонн. Общий объем экспорта сырой нефти составил в 1997 г. 16,8 млн., за 10 мес. 1998 г. — 16,6 млн. тонн, при этом доля предприятий, контролируемых АО «Казахойл», — 95%. Состояние деятельности компании «Казахойл» в 1998 г. характеризовалось как нестабильное. Так, во II кв. 1998 г. объем добычи нефти составлял 91,7%, в III кв. добыча сырой нефти и природного газа — 90,6%, в IV кв. этот показатель превысил 101%.

На многих предприятиях была снижена себестоимость тонны нефти в результате работ по сокращению затрат на добычу, например, до уровня 98,2% — к показателю прошлого года по предприятию «Эмба-мунайгаз» и до 85,1% — на «Узень-мунайгазе». Это дало возможность сохранить рентабельность дочерних предприятий «Казахойла». Чистый доход компании за 9 мес. 1998 г. составил 1,6 млрд. тенге.

В текущем году ожидается серьезный рост — прогнозная цифра добычи нефти составит около 30 млн. тонн, к 2003 г. — 36 млн. тонн, а к 2015 г. при определенных условиях «Казахойл» может войти в число двадцати крупнейших мировых нефтедобывающих компаний. Что касается использования сырьевых ресурсов промышленности, то здесь имеются большие проблемы. Это, прежде всего, разрыв между сырьевой базой и созданными мощностями нефтеперерабатывающей, газодобывающей, химической и нефтехимической промышленности. Из-за незавершенности технологического цикла крайне неэффективно используется имеющийся ресурсный потенциал. В част-

ности, низка глубина переработки нефти и газа, горно-химического и нефтехимического сырья. Глубина переработки нефти не превышает 70% против 90% в мире. Так, запасы АО «Эмбаунайгаз» составляют более 60 млн. тонн, АО «Тенгизмунайгаз» — более 30 млн. тонн нефти. Добывают они соответственно 1,8 млн. и 300 тыс. тонн нефти в год. По технологии добычи нефти наши предприятия также сильно отстают от мирового уровня.

Перечисленные причины, а также недостаточная мощность и низкая глубина переработки нефти на республиканских НПЗ сохраняют исключительно высокую зависимость Казахстана от внешних поставок продукции нефтепереработки и нефтехимического сырья.

Для того чтобы выпускаемая продукция стала конкурентоспособной на мировом рынке, необходимо привести всю технологию производства в соответствие с требованиями мировых стандартов.

По оценкам экспертов, к 2010 г. общие объемы добычи нефти и газового конденсата для удовлетворения внутренних потребностей, поставок нефти иностранным инвесторам и получения необходимых валютных поступлений от продажи на внешних рынках должны составить 65–70 млн. тонн. При этом действующие республиканские предприятия смогут дать 18–20 млн. тонн, Тенгизский и Карачаганакский комплексы — 40–45 млн. тонн. Еще примерно 10–15 млн. тонн должны обеспечить другие совместные и новые казахстанские предприятия с максимальной долей последних в этих объемах добычи.

Создание новых совместных предприятий следует ориентировать на освоение месторождений со сложными горно-геологическими условиями добычи, эксплуатацию действующих низкоэффективных месторождений, где необходимы использование новых прогрессивных технологий, повышение степени извлечения, комплексное использование сырья, снижение вредного воздействия на окружающую среду.

В связи с этим неоправданной выглядит практика предоставления совместным предприятиям месторождений с относительно простыми условиями извлечения, содержащих легкие и малосернистые нефти, а также подготовленных к эксплуатации.

Необходимо отметить, что в распоряжении республиканских предприятий остаются преимущественно давно эксплуатирувавшиеся, в значительной степени затухающие месторождения со сложными условиями добычи и составами нефти, относительно низкой экономической эффективностью, требующие больших капитальных вложений, что резко снижает их конкурентоспособность и валютную эффективность экспорта.

Основная цель компаний ТЭК — регулирование и содействие производственно-экономическому развитию в нефтегазодобывающей промышленности Республики Казахстан, в том числе путем привлечения различных видов инвестиций в нефтегазовую отрасль и получение доходов от всех видов деятельности, предусмотренных уставом.

Доля производства отраслей ТЭК в объеме промышленного производства составляет сейчас около 30%, в то время как в период с 1992 по 1998 год объем производства в отраслях ТЭК сократился примерно на 30%. В других отраслях и в целом по всей экономике

он уменьшился вдвое и в настоящее время топливно-энергетические отрасли находятся в более благоприятном финансовом отношении по сравнению с другими отраслями промышленности. Это видно по отчетности предприятий и по финансовым результатам. Сейчас прибыль еще более увеличилась, и, конечно же, это положительный момент. Все это происходит в том числе и благодаря благоприятной конъюнктуре на мировых рынках, и доля ТЭК в формировании положительного сальдо текущего счета платежного баланса страны очень велика, а также высока эффективность экспортных операций. Она делает сложной в наших условиях проблему соотношения мировых и внутренних цен. Эти расхождения существенны, и в этом году наблюдали рост мировых цен и более существенный рост внутренних цен на те же товары. Как показывает мировой опыт, рост цен на энергоносители ведет к ускорению инфляции во всех странах независимо от их профиля в мировой торговле и от того, являются ли они потребителями или производителями топливно-энергетических товаров. Казахстан здесь не является исключением, и поэтому динамика внутренних цен на энергоносители является очень важной и отражается на темпах внутренней инфляции, в том числе на росте цен производителей и на потребительских ценах. Темп роста цен на внутреннем рынке, который происходит в целях приближения к темпам роста цен на мировом рынке, с одной стороны, как известно, сокращает возможности внутреннего потребления и, таким образом, с точки зрения предложения этого товара на внутреннем рынке ведет к увеличению инфляции. Поэтому необходима очень взвешенная и продуманная политика ценообразования в ТЭК, которая позволяла бы сбалансировать и интересы энергетических компаний, и необходимость поддерживать инфляцию в стране на приемлемом уровне. Происходит научно-техническое отставание некоторых секторов ТЭК от мирового уровня, вследствие чего в этих отраслях остается довольно невысокой производительность труда, а износ основных производственных фондов достигает значительного уровня. Преодоление этих негативных тенденций невозможно без широкого привлечения внутренних и внешних инвестиций. Прогноз мировых цен на нефть в краткосрочном и долгосрочном аспекте, формирование позиций по экспорту и импорту нашей страны, и роль ТЭК, конечно, очень существенны. В основном казахстанские экспортеры продают нефть на условиях западной границы СНГ. К данному базису поставки относятся также порты Черного моря, т.е. к этой цене прибавляются стоимость танкерной перевозки от портов Черного моря до мировых торговых центров, страховка груза, стоимость разгрузки в порту назначения и комиссия покупателя. Это составляет от \$2 до \$3 за баррель. Для определения цены на месторождении необходимо от цены нефти в порту вычесть затраты по транспортировке, которые складываются с учетом расстояния до месторождения. Так, например, для месторождений «Казахойл-Эмба», расположенных в Атырауской области, эти затраты, составляют около \$29 за тонну, а для месторождений «Узеньмунайгаз», расположенных в Мангистауской области, — приблизительно \$38 за тонну. Таким образом, цена нефти для

указанных предприятий «Казахойла» составляет соответственно \$135–\$145 и \$128–\$136 за тонну.

В данных Таможенного комитета потери экспортной выручки рассчитаны на основе «мировой цены», которая, по мнению ведомства, за девять месяцев 2000 года составила \$216,3 за тонну. Между тем, цена нефти сорта Brent, принимаемой за эталонную, за тот же период составила \$204 за тонну, а сорта Юралс — \$188 за тонну. Разница между показателем, принятым Таможенным комитетом, и ценой реализации нефти составляет \$80–\$88 за тонну, что приводит к «потерянному миллионам» от экспорта нефти.

Для обеспечения нефтеперерабатывающих предприятий Казахстана достаточным количеством сырой нефти необходимо принятие законодательных и нормативных правовых актов, предписывающих обязательную поставку на внутренний рынок определенной доли добытой нефти, а также увеличение объемов переработки рыночным путем, подразумевающий постепенное повышение внутренних цен на нефтепродукты до уровня, при котором прибыль нефтедобывающих предприятий от переработки нефти и последующей продажи нефтепродуктов уравнивается с прибылью от экспорта сырой нефти в дальнейшем зарубежье, т.е. когда насыщение внутреннего рынка нефтепродуктов будет происходить не за счет директивного регулирования деятельности компаний, а за счет повышения привлекательности внутреннего рынка для всех нефтедобывающих предприятий. Предполагается, что повышение внутренних цен на нефтепродукты до уровня мировых позволит скорректировать имеющуюся диспропорцию и избежать дальнейшего дотирования нефтяникам прочих экспортеров с одновременным увеличением налоговых поступлений от нефтяных компаний.

Для того чтобы заинтересовать нефтепроизводителей в поставках нефти на внутренние рынки, необходимо снижение тарифов на транспортировку нефтепродуктов до НПЗ, уменьшение числа посредников, участвующих в процессе поставки нефти до НПЗ и АЗС.

За последние годы резко снизилась добыча нефти на некоторых месторождениях. Основной причиной такого положения дел являются недостаточные капитальные вложения и изношенные основные производственные фонды предприятия. Если капиталовложения будут равны нулю, то прогнозы показывают ежегодный темп падения добычи 17–18 %, что к 2005 году сведет добычу до уровня менее 0,4 млн. тонн. По данным «Казахойла», три четверти основных фондов — скважины, нефтесборные сети, нефтепромысловое оборудование, спецтехника — имеют износ, многократно превышающий нормативный срок. Компания столкнулась с дилеммой: или платить дивиденды, или направить средства на развитие производства и тем самым предотвратить падение добычи нефти в последующие годы. Приоритет был определен в последнем направлении.

Основным фактором технического риска для ЗАО НКТН «Казтрансойл» также является высокий износ оборудования на отдельных направлениях, что может

негативно повлиять на эффективность и качество предоставляемых услуг. Основная часть нефтепроводной системы компании была построена в 70-е (свыше 60% нефтепроводов Западного филиала) и 80-е годы (Актюбинский филиал и 75% трубопроводов Восточного филиала). Трубопроводы рассчитаны на использование в течение 30 лет. К концу 2000 года доля нефтепроводов, которые эксплуатируются более 20 лет, составит 34%, а свыше 30 лет — 21%. Для снижения влияния факторов этой группы риска компания ежегодно наращивает объемы капитальных вложений. В 1999 году объем работ по капитальному ремонту составил 2,2 млрд. тенге, в том числе по линейной части — 1,1 млрд. тенге. В первом полугодии 2000 года работы по капитальному ремонту основных средств выполнены на сумму 1,3 млрд. тенге при плановом объеме на текущий год 3,6 млрд. тенге. Объем капитального строительства, выполненного в 1999 году, составил 5,6 млрд. тенге, плановый объем капвложений на 2000 год — 10,1 млрд. тенге.

При существующем объеме капитальных вложений ТЭК заметно сдаст свои позиции. Даже сохранение нынешнего уровня производства в нем требует огромных дополнительных капитальных вложений. Немалых вложений потребует внедрение мероприятий по сбережению топливно-сырьевых ресурсов. Экспорт долго еще будет оставаться более выгодной позицией для топливно-энергетического сектора, чем внутреннее потребление. Анализируя сегодняшнюю ситуацию можно отметить несоответствие прогнозов роста экономики и наличия производственных мощностей. По оценках некоторых специалистов, активная часть основных производственных фондов страны, или производственные мощности экономики в постсоветский период, сократилась не менее чем на 6% в год. Только для того, чтобы прекратить это сокращение, объемы капитальных вложений надо увеличить в 5 и более раз.

Анализ показал более высокую производительность каждой единицы технологического оборудования в США: несравненно более молодой возраст, принципиально иное размещение, иное соотношение методов обработки металла и т.д. По мнению многих экономистов, в советский период в ряде отраслей существовали избыточные производственные мощности и произошедшее их сокращение частично связано с целесообразной ликвидацией этого избыточного, требующего немалых средств на поддержание производственного потенциала [1].

Промышленная политика государства должна исходить из того, что минерально-сырьевые ресурсы являются невозобновляемыми и составляют национальное богатство как ныне живущего, так и будущих поколений. Государственная сырьевая политика Республики Казахстан должна включать долговременную стратегию и комплекс мер по рациональной разработке и использованию ее стратегических природных ресурсов, исходя из оптимального сочетания требований удовлетворения текущих и перспективных потребностей народного хозяйства и сохранения социального богатства для будущих поколений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ханин Г.И., Суслов Н.И. Экономика России в 1991–1996 гг.: альтернативная оценка // ЭКО. 1997. №11.
2. Материалы интернет-сайтов — www.tengizchevroil.com, www.oilreview.kz.

УДК 339.9:622.32 (574)

Д.Р. СИХИМБАЕВА
М.Р. СИХИМБАЕВ**Экспортная политика и эффективность
природопользования в Казахстане**

Для осуществления позитивных структурных изменений в экономике нашей страны необходима разработка эффективной структурной политики, т.е. системы целенаправленно осуществляемых мер по формированию, поддержанию и изменению пропорций в экономике для более эффективного использования всех видов ресурсов и более полного удовлетворения общественных потребностей. Структурная политика предполагает выделение приоритетов в решении экономических, экологических, социальных, региональных, научно-технических и других проблем и в соответствии с этими приоритетами развитие определенных отраслей и видов деятельности. К средствам реализации структурной политики относятся: инвестиционная политика, система рыночных стимулов (налоги, кредиты, субсидии и пр.), правовое регулирование и т.д.

Известно, что суть экологически ориентированного изменения структуры экономики состоит в стабилизации роста и объемов производства природоэксплуатирующих, ресурсодобывающих отраслей при быстром развитии на современной технологической основе всех производств, связанных с преобразованием природного вещества и получением на его основе конечного продукта.

Речь идет о глобальном перераспределении трудовых, материальных, финансовых ресурсов в пользу ресурсосберегающих, технологически передовых отраслей и видов деятельности.

Такая структурная перестройка экономики позволит значительно уменьшить природоемкость производимой продукции и услуг, снизить нагрузку на окружающую среду, сократить общую потребность в природных ресурсах.

Структурно-технологическая рационализация экономики может позволить высвободить 20–30% неэффективно используемых природных ресурсов при увеличении конечных результатов.

Под рациональным уровнем потребления природных ресурсов понимается потребление в условиях рациональных экономических структур, ориентирующихся на конечный результат, эффективного использования ресурсов, наличия прогрессивных технологических процессов и пр.

Структурное перепотребление происходит при нерациональных экономических структурах, диспропорции в развитии природоэксплуатирующих отраслей и обрабатывающих, перерабатывающих отраслей, ориентации на промежуточные результаты, отсталости технической базы, в отсутствии стимулов для экономии ресурсов и пр.

С рациональным уровнем потребления природных ресурсов на микроуровне можно связать используемую в западных странах как в теории, так и на практике концепции «наилучшей имеющейся технологии» (Best Available Control Technology, Best Available Technology Not Entailing Excessive Cost и т.п.), опира-

ющейся на высокие научно-технические стандарты для используемого оборудования [1].

Наша экономика характеризуется большой долей природоэксплуатирующих отраслей, таких как горнодобывающее производство (в том числе добыча всех энергоресурсов), сельское хозяйство.

На втором месте находятся отрасли, обеспечивающие первоначальную переработку природного сырья — производство металла, электроэнергии, простейшая деревообработка и т.д. В агрегированном виде сюда можно отнести отрасли черной металлургии, производящие чугун и сталь. В агропромышленном комплексе — это отрасли, перерабатывающие сельскохозяйственное сырье, консервная, мясная, мукомольная промышленность, виноделие и пр.

На третьем месте находятся отрасли вторичной переработки природного сырья, такие как прокат и литье в металлургии, углубление переработки продукции в агропромышленном комплексе и т.д.

Четвертое место по степени обработки занимают такие отрасли, как машиностроение, производство сложных товаров и услуг.

Отражением этой ситуации стало увеличение природоемкости во многих отраслях и по многим видам продукции. В условиях промышленного спада сократилось производство и потребление многих природных ресурсов, уменьшились суммарные выбросы и загрязнения. Однако удельные показатели затрат и загрязнений природных ресурсов, в расчете на единицу конечной продукции, возросли.

В связи с этим достаточно показательно ухудшение одного из важнейших факторов устойчивого и экологоориентированного развития — рост энергоемкости экономических показателей. Этот показатель для валового национального продукта (ВНП) существенно вырос за последнее время.

Это означает, что для достижения конечных результатов в экономике приходится значительно увеличивать удельные затраты нефти, газа, угля, электроэнергии, что, безусловно, ведет к истощению невозобновимых природных ресурсов.

В странах, прошедших структурную энергосберегающую перестройку, сложилась противоположная динамика энергоемкости. За 1970–1990 гг. энергоемкость промышленной продукции стран-членов Организации экономического сотрудничества и развития уменьшилась в среднем на 35,3%.

Некоторые страны практически не увеличили потребление энергии за 20 лет при быстром росте экономических результатов. Например, Дания при общем сокращении потребления энергии по сравнению с 1970 г. увеличила ВНП в 1,5 раза. В экономике происходит деградация технологически прогрессивных отраслей, с одновременным увеличением удельного веса природоэксплуатирующих секторов.

О необходимости глубоких структурных изменений в экономике говорит опыт зарубежных стран, где

складываются постиндустриальные структуры и за последние десятилетия произошли колоссальные структурные сдвиги в пользу наукоемких и ресурсосберегающих видов деятельности.

Конечно, отсутствие собственной природно-сырьевой базы во многом способствовало формированию ресурсосберегающего развития. Однако современные экологические, экономические, социальные реалии в мире и Казахстане делают необходимым скорейшее и эффективное решение экологических проблем в зависимости от величины имеющегося природного капитала. И здесь природоохранный потенциал структурно-технологических изменений огромен.

Наряду со строительством новых предприятий, закрытием экологически и экономически неэффективных производств к мерам по структурной перестройке относится и перепрофилирование производства. По экологическому эффекту эти меры сопоставимы с новым строительством и часто требуют гораздо меньше затрат.

В РК особенно большие резервы природных ресурсов могут быть сэкономлены благодаря структурной перестройке. Богатство природных ресурсов должно соотноситься с масштабностью экономики. В обрабатывающей промышленности технологии, соответствующие мировому уровню, составляют лишь 6-8%, в горно-добывающей — менее 4%. В этих условиях происходят гигантские потери природных ресурсов.

Огромные резервы земельных и водных ресурсов, нефти, газа, угля могут быть высвобождены благодаря структурной перестройке в агропромышленном и топливно-энергетическом комплексах.

Экологически ориентированная структурная перестройка должна предусматривать широкомасштабное перераспределение, перелив ресурсов из первичных (прежде всего из сельского хозяйства и добывающей промышленности) во вторичные секторы экономики (обрабатывающую промышленность, строительство, транспорт, связь), а затем и в третичные (сферы преимущественно интеллектуальной деятельности и услуг). Существенную роль в таком перераспределении могут сыграть формирующиеся рыночные механизмы.

К альтернативным вариантам решения экологических проблем нужно отнести и изменение экспортной политики. В настоящее время неблагоприятное состояние окружающей среды существенно усугубляется природоемкой, природоразрушающей экспортной политикой.

Подавляющая часть экспортного потенциала Казахстана приходится на природные ресурсы, в основном, на невозобновимые. Только на долю топливно-энергетических ресурсов, в общем объеме экспорта, приходится более 40%. С учетом значительного вывоза из страны руды, концентратов, металлов, продуктов их переработки, удобрений, химических продуктов и другой природоемкой продукции данная цифра существенно возрастает и составит более 80% всего экспорта (см. табл.).

Чрезвычайно значительны объемы вывозимых природных ресурсов по отношению к объемам их производства. В этом году Казахстан получил от Министерства топлива и энергетики Российской Федера-

ции дополнительную квоту в объеме 1,5 млн. тонн в год на транзит нефти в страны дальнего зарубежья.

ТОВАРНАЯ СТРУКТУРА ЭКСПОРТА КАЗАХСТАНА В СТРАНЫ СНГ [2]

удельный вес в процентах

Виды товарных групп	1998 г.	1999 г.
Всего	100	100
Машины, оборудование, транспортные средства, приборы, аппараты	4,9	5,9
Минеральные продукты	61,8	46,2
Химические товары, пластмассы и каучук	10,8	14,4
Неблагородные металлы и изделия из них	4,2	6,0
Продовольственные товары и сырье для их производства	16,8	25,4

Таким образом, транзитная квота Казахстана увеличилась до 5 млн. тонн нефти в год. Прежняя квота Казахстана на транспортировку углеводородов составляла 7,5 млн. тонн в год, в том числе в страны дальнего зарубежья с учетом замещения — 3,5 млн. тонн нефти. В прошлом году Казахстан поставил в дальнее зарубежье через Россию 3,629 млн. тонн нефти, что более чем на 100 тыс. тонн превышает соответствующее соглашение между Москвой и Астаной.

В то же время на долю высокотехнологичной продукции обрабатывающих отраслей (машины и оборудование) приходится менее 10%. Подобная природоемкая структура экспорта еще более обостряет экологическую обстановку во многих регионах РК.

В настоящее время на СП «Тенгизшевройл» (СП «ТШЮ») создалась реальная угроза широкомасштабной экологической катастрофы.

При проверке действующего фонда скважин СП «ТШЮ» на шести из них был выявлен факт коррозии насосно-компрессорных труб по их наружной части и резьбовых соединений, что свидетельствует о наличии сероводорода в межтрубном пространстве. Причиной коррозии послужил отказ СП «ТШЮ» от закачки в продуктивный горизонт ингибиторов.

В результате коррозии толщина стен труб уменьшилась на 25%. При огромном внутриваловом давлении, достигающем на Тенгизском месторождении 750 атмосфер, по мнению нефтяников, в любой момент может произойти катастрофа — выброс нефти и сопутствующего сероводорода. В настоящее время в СП «ТШЮ» претворяется проект сокращения выбросов в атмосферу отравляющих веществ на общую сумму около \$190 млн. В результате проделанной работы суммарных выбросов в этом году будет на 20-25% меньше, чем в прошлом, а на будущий год они сократятся еще на 30-35%. Несмотря на все меры, предпринимаемые компанией, суммарное количество выбросов растет. Комиссия врачей и экологов, исследовавшая ситуацию в связи с повышением уровня смертности сотрудников «Тенгизшевройл» и жителей п. Сарыкамыс, подтвердила, что Тенгиз оказывает негативное воздействие на экологию и здоровье людей. С 1993 года на предприятии умерло 64 человека,

а в Сарыкамысе — 189 человек. По предварительным выводам комиссии, это произошло в результате деятельности СП «Тенгизшевройл», которое ежегодно выбрасывает в атмосферу десятки тысяч тонн отравляющих веществ. На предприятии СП «ТШО» необходимо в экстренном порядке провести исследование технического состояния оборудования и обсадных колонн всех скважин, пробуренных на Тенгизе. Другой острой проблемой остается утилизация попутного газа. «Казахойл», по примеру известной компании «Харрикейн», не желая тратить деньги на переработку газа, сжигает его.

Результат деятельности нефтяников в Западном регионе ощутим на нефтепромыслах Атырауской и Мангыстауской областей: более двухсот гектаров почвы пропитаны нефтью. Имеется свыше пятисот амбаров — открытых хранилищ на поверхности земли, в которые при авариях выливается до миллиона тонн нефти. В бюджет «Казахойла» на будущий год будут заложены средства на приобретение современных установок по очистке и переработке пропитанной нефтью почвы стоимостью в 300 млн. тенге для акционерных обществ «Казахойл Эмба» и «Узеньмунайгаз».

По контракту с Казахстаном, заключенному в 1993 году, предусмотрено освобождение СП «ТШО» от таможенных пошлин и сборов на ввозимое оборудование, продукты и товары на весь срок действия контракта — 40 лет. Контракт может быть изменен лишь с добровольного согласия всех акционеров «Тенгизшевройла». У правительства нет никаких юридических оснований, чтобы заставить СП «ТШО» отдать кровно заработанные деньги. Здесь можно действовать только косвенно — например, сделать так, чтобы инвесторы меньше ввозили импортных товаров и делали больше заказов на продукцию и услуги отечественных предприятий.

Объем ежесуточно добываемой в СП «ТШО» нефти — 250 тыс. баррелей. За пять месяцев с начала 2000 года на долю СП «ТШО» пришлось всего 55% всего добытого в стране «черного золота». Налоговые отчисления СП «ТШО» составили лишь 29% от суммы, внесенной в казну всеми предприятиями отрасли. В 1999 году СП «ТШО» не уплатило в республиканский бюджет ни одного доллара, ни в виде роялти (в виде подоходного налога). По замечанию экспертов, за два с половиной года (с 1998г. по май 2000г.) государственная казна недосчиталась \$172,694 млн. Эксперты также утверждают, что в нарушение условий

контракта и положения о бухгалтерском учете СП «ТШО» вычитает расходы по начисленным, но неуплаченным процентам за кредит. На примере «Тенгизшевройла» наблюдается искусственное завышение затрат. Такую форму вывоза капитала путем заимствования крупных кредитов у аффилированных финансовых структур, когда фактически вложенные инвестиции сопровождаются солидной нагрузкой в виде высоких банковских процентов, используют практически все иностранные инвесторы в Казахстане. СП «ТШО» только с 1994 по 1998 год накопило таких процентов на \$ 660 млн. Причиной сложившейся ситуации являются условия контракта, подписанного более семи лет назад, когда наша страна не имела практически никакого опыта в проведении внешнеэкономических операций.

В настоящее время возможно значительное уменьшение нагрузки на природную среду в результате изменения экспортной политики, снижения природоемкости экспорта. Прежде всего, это касается экспортно-импортной политики. Значительная часть экспортной выручки идет на приобретение продовольствия и сельскохозяйственного сырья. Удельный вес таких закупок составляет 25–30 % ежегодно. Тем самым происходит своеобразный обмен в основном невозобновимых природных ресурсов на легкопроизводимые сырьевые ресурсы. В то же время значительная часть, до 30%, сельскохозяйственной продукции и сырья, производимых в стране, теряется. С позиций снижения экологической нагрузки и увеличения экономической выгоды гораздо эффективнее ликвидировать потери продовольствия, чем расширять добычу топливно-энергетических ресурсов, руд для вынужденного экспорта в целях стабилизации внутреннего рынка продовольствия. Такая добыча требует увеличения затрат и приводит к тяжелым экологическим деформациям.

В этих целях необходимо существенно изменить структуру капитальных вложений как в отдельные секторы экономики, так и внутри них. В частности, на основе прямого регулирования и рыночных механизмов требуется стимулировать развитие инфраструктуры и перерабатывающей промышленности. Такое ресурсосберегающее изменение структуры народного хозяйства позволит уменьшить объемы экспорта природных ресурсов, их добычи и улучшить экологическую обстановку.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гирусов Э.В. Экология и экономика М.: ЮНИТИ, 1999.
2. Статистический пресс-бюллетень / Агентство РК по статистике. Алматы, 2000. №1.
3. Материалы интернет-сайтов — www.tengizchevroil.com, www.oilreview.kz.

Раздел 4

Строительство

УДК 666.972.12

В.Ф. АРХИПОВ

Использование метода раннего замораживания бетонов для снижения энергозатрат при строительстве автомобильных дорог

Противоморозные добавки в практике строительства в странах СНГ применяются с 50-х годов. Накоплен достаточно большой опыт применения различных добавок при зимнем бетонировании. Номенклатура противоморозных добавок включает в себя хлористые соли натрия и калия, нитрит- и нитратосодержащие добавки и др.

Для строительства автомобильных дорог в регионах Республики Казахстан важными факторами, сдерживающими темпы строительства, являются погодные условия, большая протяженность территории, дефицит электроэнергии и противоморозных добавок. Продолжительность зимнего периода для большинства регионов составляет от 5 до 7 месяцев в году. В зимний период практически прекращается строительство дорожных покрытий.

В технической литературе имеются сведения о положительном влиянии на зимние бетоны комплексных добавок, сочетающих в себе воздухововлекающий компонент и соль, а также суперпластифицирующую добавку и соль [1, 2, 3].

Исследования, проведенные в КарГТУ Караганды и КазГАСА Алматы, подтвердили высокую эффективность и экономичность метода раннего зимнего замораживания бетонов в присутствии комплексных

добавок, в частности добавок ПАВ гидрофобно-пластифицирующего действия с противоморозными солями при сокращении дозировок последних.

Наиболее эффективной добавкой такого типа является КОМД-С, состоящая из soapстока, СДБ и нитрита натрия [4]. Эта добавка способна сократить В/Ц бетонной смеси на 20–25% при дозировке до 3,4%; оказывает умеренное воздухововлекающее действие — до 3% , эффективно гидрофобизует бетоны, повышая их стойкость к действию воды и мороза. Добавка отличается технологичностью приготовления, обеспеченностью сырьевой базы и невысокой стоимостью исходных компонентов.

Данная добавка также может применяться в бетонах, твердеющих при различных отрицательных температурах. Существенно сокращается доля соли в комплексе за счет сокращения В/Ц, интенсифицируется набор прочности бетона по сравнению с материалом, в котором присутствует только соль в обычной дозировке. Подтверждается практическая возможность передачи на конструкции дорожного полотна технологических нагрузок в более ранние сроки.

Предложены три варианта добавок, отличающихся друг от друга интервалом температур применения (то есть пропорцией между органической и минераль-

ной частями), а именно:

а) для температур от 0 до -5°C — дозировка 2,4% = 0,4% КОМД-С + 2% НН (нитрата натрия);

б) для температур от -6 до -10°C — дозировка 4,4% = 0,4% КОМД-С + 4% НН;

в) для температур от -11 до -25°C — дозировка 6,4% = 0,4% КОМД-С + 6% НН;

т. е. сокращен расход нитрата натрия до 40% от рекомендуемых дозировок.

Названные добавки вводились в состав бетона М-200. Сырьевыми материалами служили цемент, щебень и песок предприятий Карагандинской области. Расход материалов: цемент — 240 кг/м^3 (М-400), песок — 997 кг/м^3 , щебень — 1000 кг/м^3 , В/Ц = 0,52.

Бетонирование производилось на участках дорог, отмопок, пандусов. На уложенную бетонную смесь наносился слой опилок толщиной 8–10 см.

После наступления устойчивых положительных температур и завершения оттаивания бетона проводи-

лись испытания контрольных образцов. Прочностные испытания бетонов, проведенные в возрасте 28, 90, 180 суток твердения, показали, что $R_{сж}$ бетона на 22–28 % выше, чем у бетона с добавкой только нитрата натрия.

Экспериментально установлено, что воздействие солнечной радиации (50° с.ш., январь) обеспечивает передачу на горизонтальную поверхность до 395 Вт/м^2 тепла в течение 2,5 ч/сут, повышает температуру поверхности бетона под слоем засыпки на $3,4\text{--}5,2^{\circ}\text{C}$, а дополнительный прирост прочности к возрасту 28 сут составляет 12–35% по сравнению с бетонами без указанных технологических факторов.

Использование предложенного безобогревного способа производства бетонных работ позволяет интенсифицировать рост прочности бетонов, сократить расход противоморозных солей на 40–60%, осуществлять передачу технологических нагрузок на дорожное полотно в более ранние сроки. Это в итоге сокращает зимнее удорожание бетона.

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. 426 с.
3. Ратинов В.Б., Розенберг Т.И. Добавки в бетон. М.: Стройиздат, 1989. 35 с.
4. Соловьев В.И., Ергешев Р.Б. Эффективные модифицированные бетоны. Алматы: КазГосИНТИ, 2000. 285 с.

УДК 666.972.015

Д.О. БАЙДЖАНОВ

Особенности свойств прессованных бетонов

Основной отличительной чертой прессованных бетонов является их низкое водоцементное отношение. Для уплотнения такого вида бетона требуется прессование или любое другое воздействие, позволяющее из подобной смеси получать изделие. Для того чтобы определить, каким образом необходимо воздействовать на бетонную смесь, необходимо представить себе процесс поэтапного уплотнения смеси.

Первый этап прессования можно представить по следующей схеме: вначале происходит сближение частиц заполнителя облепленных, гидратирующим цементным тестом большой густоты, в результате чего образуется сплошная масса с большим наличием в ней вовлеченного воздуха и высокой степенью неоднородности.

Второй этап уплотнения бетонной смеси, при возрастающей нагрузке, приводит к тому, что из смеси удаляется защемленный воздух и происходит дальнейшее сближение зерен заполнителя между собой. Это приводит к деформированию гидратирующих цементных оболочек, находящихся вокруг заполнителя, заполнению воздушных пустот гидратирующим цементным гелем. В данном процессе важнейшую роль играет наличие водных пленок воды, не связанной в структуре гидратирующего вяжущего, а адсорбированного на его поверхности, что пластифицирует цементный гель и позволяет перемещаться его частицам в сжимаемом пространстве.

Третий этап уплотнения бетонной смеси характеризуется резким снижением формуемости бетонной смеси, что вызвано перемещением адсорбционной воды, т.е. ее отжатием в безводную область, и образо-

ванием сплошного бетонного тела, характеризуемого такими физико-механическими характеристиками, которые позволяют получать выбранный режим прессования из подобранного состава бетона.

В таких условиях производства бетонных изделий достаточно сложно выбрать точное водоцементное отношение при неизменном составе бетонной смеси и выбранном режиме прессования. Избыток количества воды неизменно приведет к расслоению бетонной смеси и ухудшению физико-механических характеристик бетона, а недостаточное количество воды вызовет декомпрессионное действие после снятия давления на бетонную смесь, что приводит к разрушению бетона из-за отсутствия в смеси сплошности, обеспечиваемой цементным камнем.

Опыт производства длинномерных плит пустотного настила позволяет сделать вывод о том, что применение традиционного суперпластификатора при прессовании бетонных смесей является не эффективным. Действие суперпластификатора в данном случае подобно действию избыточного количества воды, введенного в бетонную смесь.

Совершенно иная картина наблюдается при формировании пустотного настила с применением комплексной химической добавки, в состав которой были включены следующие ингредиенты: суперпластификатор, гидрофобизатор и минеральный носитель. Гранулированная форма добавки позволяет гибко влиять на свойства бетонной смеси, не привнося в ее состав излишней воды, и не приводит к дополнительному корректирующему расчету состава. В составе добавки в качестве суперпластификатора применяли суперпла-

стификатор С-3, а в качестве гидрофобизатора — смесь карбоновых кислот, роль минерального носителя выполняла зола уноса ТЭС сухого отбора.

Предпринимая попытку интерпретации особенностей модифицирования свойств прессованных бетонных смесей, мы исходили из того, что в основе механизма действия суперпластификатора в цементных системах лежат следующие основные процессы:

1) адсорбция молекул суперпластификатора на поверхности, главным образом, гидратных новообразований;

2) коллоидно-химические явления на границах раздела фаз в присутствии суперпластификатора;

3) изменение величины ξ -потенциала.

При адсорбции суперпластификатора на поверхности новообразований, как показал В.Г. Батраков [1], уменьшается величина межфазовой энергии и облегчается дезагрегация цементных частиц. При этом высвобождается большая часть иммобилизованной воды, которая обеспечивает *пластифицирующий эффект*. Более подробный механизм действия суперпластификатора, описанный в работе [2], говорит о том, что пептизация агрегированных флоккул цемента, происходит в результате экранирования межмолекулярных сил притяжения адсорбированным на их поверхности суперпластификатором. Далее происходит частичное разрушение сольватных оболочек гидратирующих цементных частиц, однако, как указывает автор, оно не может быть большим, так как структура пленок суперпластификатора не должна быть сплошной, что может препятствовать прониканию воды к поверхности цемента и его гидратации. Отмечено, что важное значение для снижения внутреннего трения в потоке суспензии имеет заряд поверхности твердых частиц, который в результате адсорбции суперпластификатора становится у них одноименным.

По нашему мнению, во всех представленных случаях пластифицирующее действие на цементную систему оказывает *вода*, а суперпластификатор лишь способствует проявлению перечисленных выше эффектов. Это обстоятельство очень важно выделить для того, чтобы установить влияние каждого из модификаторов комплексной добавки в бетонной смеси, подвергающейся прессованию, на ее свойства. На рис. 1 представлен механизм действия суперпластификатора в цементной суспензии.

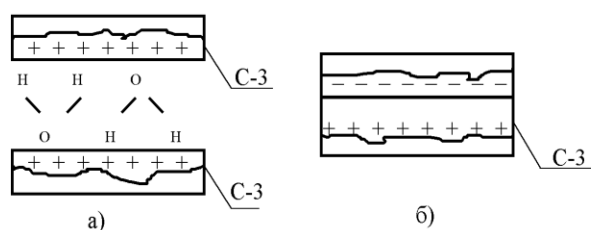


Рис. 1. Механизм действия суперпластификатора С-3 в цементной суспензии: а) при наличии в контакте воды; б) при отсутствии в контакте воды

Из представленного рисунка видно, что пластифицирующим действием будет обладать участок гидратирующего цементного камня, представленный адсорбированным суперпластификатором на обеих частях и наличием при таком контакте воды (рис. 1,а),

в то время, как контакт двух поверхностей гидратирующего цемента, одна из которых имеет на своей поверхности адсорбированный суперпластификатор, а другая — нет, и при этом в зоне контакта отсутствует свободная вода, характеризуется жестким контактом (рис. 1,б).

Принимая во внимание тот факт, что при адсорбции карбоновых кислот на новообразованиях гидратирующего цементного камня они образуют не сплошной, а сетчатый молекулярный слой, и рассматривая модель гидратирующего цементного теста как слоистую структуру [3,4], схематично можно представить себе процесс понижения коэффициента внешнего трения как смазывающее действие углеводородных цепей карбоновых кислот у контактирующих поверхностей.

Отличительной особенностью при этом является то, что для проявления смазывающего действия не требуется присутствие воды, хотя П.А. Ребиндер [5] отмечал, что наличие даже небольшого количества ПАВ в водном растворе способно значительно снизить трение между двумя металлическими поверхностями.

На рис. 2 представлен механизм смазывающего действия карбоновых кислот на контактирующих плоскостях гидратирующего цемента.

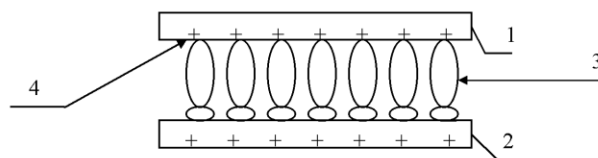


Рис. 2. Предполагаемая схема смазывающего действия карбоновых кислот в гидратирующем цементе: 1 — пластинка гидратирующего цемента, 2 — пластинка гидратирующего цемента с адсорбированными на ней карбоновыми кислотами, 3 — молекулярный слой адсорбированных карбоновых кислот, 4 — плоскость скольжения пластин, обладающая изотропными свойствами в двух взаимноперпендикулярных направлениях, перпендикулярных поперечному сечению молекул

Представленный рисунок показывает, что пластичность бетонной смеси, при ее прессовании, на этапе прессования, когда отсутствуют взаимодействующие поверхности, представленные на рис. 1, и отсутствует вода, может определяться смазывающим действием ориентированных карбоновых кислот, адсорбированных на гидратирующей цементной пластине (рис. 2).

Из этого можно сделать вывод, что смазывающее действие ориентированных молекул проявляется на границе раздела углеводородный радикал-гидратированный цемент. Следует заметить, что представленная схема взаимодействия модификаторов с гидратирующим цементом не является единственной и может быть представлена некоторым разнообразием, однако поскольку она позволяет наглядно представить общий характер взаимодействия в модифицированной цементной системе, рассматривается нами как пример, наглядно демонстрирующий высказанное предположение.

В этой связи встает задача в дальнейших исследованиях определить, какие виды карбоновых кислот являются наиболее эффективными, разработать прин-

цип совмещения различных компонентов комплексной добавки, а также создать лабораторный стенд, который без значительных затрат позволит опреде-

лить основные рабочие параметры прессования длиннономерных пустотных настилов эффективным конкурентоспособным способом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Батраков В.Г. Модифицированные бетоны. М.: Стройиздат, 1990. 395 с.
2. Иванов Ф.М. Добавки в бетон и перспективы применения суперпластификаторов // Бетоны с эффективными суперпластификаторами. М., 1979. С. 6–21.
3. Хигерович М.И. Гидрофобный цемент. М.: Промстройиздат, 1957. 203 с.
4. Рамачандран В., Фельдман Р., Бодуэн Дж. Наука о бетоне. М.: Стройиздат, 1986. 275 с.
5. Ребиндер П.А. Избранные труды. Поверхностные явления в дисперсных системах. Физико-химическая механика. М.: Наука, 1979.

УДК 69.059.7(574)

Ж.С. НУГУЖИНОВ

Особенности восстановления и реконструкции жилых и общественных зданий г. Астаны

В современных условиях проблема сохранения и восстановления жилого фонда, реконструкции существующих зданий под новое функциональное назначение стала особенно актуальной.

В России проблема реконструкции жилого фонда является приоритетной, на ней сейчас сконцентрировано внимание Госстроя РФ [1]. При этом важнейшей проблемой, связанной с реконструкцией жилого фонда, признано энерго- и ресурсосбережение. В частности, по решению проблемы энергосбережения в жилых зданиях Россия уже отстала от Европы на 20–25 лет. В Европе старые послевоенные муниципальные дома, являющиеся аналогом зданий первых массовых серий в бывшем СССР, были реконструированы уже в 70–80-е годы по энергосберегающим проектам.

Анализ эксплуатации уже реконструированных зданий показал, что для их содержания требуется в 1,5 раза меньше финансовых затрат, чем до ремонта. Опыт Германии, где 1/3 всех квартир муниципального жилого фонда была реконструирована без ввода дополнительных площадей, показывает, что 1 м² нового жилья обходится сейчас в 2500 ДМ, в то время, как реконструкция 1 м² в пяти–шестиэтажных домах стоит 800 ДМ. Выгода реконструкции старых зданий очевидна.

Именно поэтому вопросам технического обследования и реконструкции жилого фонда, разработке пилотных проектов реконструкции зданий первых массовых серий стали уделять все больше внимания и в Казахстане [2]. Согласно правилам технической эксплуатации, с середины 80-х годов должно было начаться массовое обновление фонда типовых зданий. Дальнейшее промедление с этим вопросом может привести к существенному удорожанию ремонтно-реконструктивных работ, выбытию значительной части фонда по ветхости или в результате аварий.

Опыт европейских стран, а также России, показывает, что основным направлением модернизации зданий первых массовых серий являются их надстройка, расширение и перепланировка. Как показали исследования, здания первых массовых серий имеют достаточные запасы несущей способности для надстройки до 9 этажей. Реконструкция старых зданий позволит не только увеличить их этажность, расширить кухни до 9 м², утеплить и усилить наружные стены, оптимально разместить лифты и мусоропроводы, но и в

целом улучшить архитектурный облик домов. При этом рыночная стоимость квартир в реконструированных домах с учетом их комфортности и зоны расположения может возрасти в 2–3 раза.

Однако решение связанных с проблемой реконструкции задач в таком динамично развивающемся городе, как Астана, имеет свою специфику. Здесь имеются расположенные в престижных районах жилые дома и общественные здания, которые зачастую были возведены с нарушениями норм и правил, эксплуатировались в течение относительно длительного периода времени и требуют разработки эффективных способов усиления строительных конструкций. В ряде случаев здания подвергались предшествующим ремонтам и реконструкциям, которые также проводились некачественно, не по проекту.

На условиях тендера и по заданию столичного акимата учеными и специалистами Института Реконструкции и Развития (КазМИРР) было проведено комплексное обследование ряда таких «проблемных» зданий, с оценкой фактического технического состояния несущих и ограждающих конструкций, а также разработкой проектов по восстановлению эксплуатационной пригодности зданий и усилению отдельных несущих конструкций.

Проблемы восстановления эксплуатационной пригодности крупнопанельного пятиэтажного жилого дома по ул. Сейфуллина, 38, выполненного по экспериментальной серии К-7, обусловлены главным образом недостатками проектного решения зданий указанной серии. Здания серии К-7 были возведены в ряде городов бывшего СССР в 60-х годах прошлого столетия и многие из них уже находятся в аварийном или предаварийном состоянии.

Вопросы реконструкции зданий серии К-7 рассматривались в рамках научно-практического семинара по проблемам капитального ремонта, модернизации и реконструкции жилых зданий, прошедшего в Москве 28–29 марта 2000 г. В ряде городов России в свое время было решено не разрушать аварийные здания серии К-7, а в экспериментальном порядке разработать и апробировать пилотные проекты их реконструкции. Однако среди ведущих специалистов российских НИИ и проектных организаций пока еще нет единого мнения как по целесообразности разработанных вариантов реконструкции, так и по экономии

ческой эффективности результатов эксперимента. Особенно много разногласий имеется по вопросу выбора оптимального варианта материала для теплоизоляции наружных стен.

С чем же связана специфика пока еще нерешенной проблемы реконструкции зданий серии К-7? И каковы возможные реальные пути решения этой, несомненно, актуальной проблемы в условиях г.Астаны?

Анализ домов указанной серии выявил следующие их отличительные особенности:

- конструктивная схема здания решена с поперечными несущими панелями-перегородками;

- при опирании панелей друг на друга через выступы вертикальных опорных ребер (реборды) перегородки работают на изгиб, как балки — стенки от нагрузки одного перекрытия;

- вся нагрузка от конструкций передается на основные несущие конструкции подвала в виде фундаментных стоек;

- наружные продольные стеновые панели выполнены размером на комнату, являются ненесущими и крепятся к несущим поперечным панелям-перегородкам через закладные детали;

- наружные торцевые стеновые панели также являются ненесущими (навесными) и крепятся к торцевой несущей панели-перегородке, создавая «двухслойную» торцевую стену;

- цокольные наружные стеновые панели являются ненесущими, но крепятся уже к стойкам фундаментов с опорой на специальные консоли (торцевая стена в подвале однослойная).

Обследование и анализ конструктивного решения здания показали, что основными недостатками проектного решения зданий серии К-7 являются:

- тонкие панели наружных стен (толщиной 160 мм) и еще более тонкие несущие железобетонные поперечные стены в виде панелей-перегородок (толщиной в средней части 40 мм);

- крыша совмещенного типа, с внутренними водостоками;

- двойные торцевые панели.

Эти недостатки проектного решения приводят к плохой тепло- и звукоизоляции помещений, значительной вибрации поперечных перегородок, невозможности эффективного ремонта или замены теплоизоляционного слоя в совмещенной крыше при протечках в кровле, повреждениям и аварийному состоянию креплений стеновых элементов, дефектам самих панелей стен при их изготовлении.

Для устранения вышеуказанных проектных недостатков и восстановления эксплуатационной пригодности здания нами были разработаны следующие мероприятия:

- замена совмещенной кровли на двускатную чердачную, из оцинкованной кровельной стали по металлическим фермам с наружным организованным водосток;

- устройство звукоизоляции;

- устройство балконов на втором-пятом этажах, с опорой на металлические стойки из гнутых профилей;

- утепление углов и наружных стен здания с внутренней стороны устройством дополнительного теплоизолирующего слоя с укладкой между деревянными

брусками и последующим оштукатуриванием по металлической сетке;

- герметизация стыков на разрушенных участках вертикальных швов наружных стеновых панелей поризолом и герметизирующей мастикой УМС-50 с наружным покрытием из герметика «Эластосил 11-06»; зачеканка горизонтальных швов цементно-песчаным раствором состава 1:2 марки М100, с заделкой с наружной стороны герметиком;

- усиление пригласительного марша;

- усиление поврежденных стоек в подвальной части здания стальными обоймами;

- усиление поврежденных ригелей в подвальной части здания;

- утепление наружных стен современными волокнистыми теплоизолирующими негорючими и экологически чистыми материалами (на основе базальта);

- увеличение жилых площадей за счет мансардных этажей.

В процессе реконструкции недостроенного инженерно-лабораторного корпуса по ул. Пушкина, 166 под административное здание налоговой полиции возникли проблемы в связи с использованием при возведении наиболее нагруженного первого этажа низкопрочного кирпича и раствора в кладке центральной части здания. Полевые и лабораторные испытания образцов силикатного модульного кирпича из неотвественных участков кладки первого этажа показали марку не выше М50 по прочности на сжатие. Фактическая прочность образцов кладочного раствора из указанных участков составила М15÷М20. Кроме того, сама кладка несущих стен первого этажа, стен эвакуационных лестничных клеток, перегородок была выполнена с многочисленными нарушениями норм и правил: не соблюдались перевязка и толщина растворяющих швов, плохо заполнялись вертикальные швы, для выведения монтажного горизонта выкладывался половняк, кладка имеет участки выпучивания. Кроме того, значительные отклонения от норм и правил были также допущены при монтаже блоков здания из сборного железобетонного каркаса: нарушены проектные стыки колонн первого и второго этажей, неправильно выполнено усиление колонн по второму этажу стальной облоймой (без включения облоймы в работу бетона), не заделаны сопряжения ригелей с колоннами, выполнены непроектные проемы в стеновых панелях первого этажа, пробиты сквозные отверстия в полках ребристых плит перекрытия для крепления подвесного потолка, по второму этажу установлены массивные непроектные перегородки из бетонита, с опорой на тонкие полки плит перекрытия; на втором-четвертом этажах по главному фасаду здания выполнены несущие кирпичные простенки с опорой на временные балки.

Для восстановления эксплуатационной пригодности этого здания, при строительстве и первоначальной реконструкции которого было допущено столько ошибок, специалистами КазМИРП предложены мероприятия, не требующие полной перекладки аварийных участков каменных конструкций, демонтажа и замены несущих сборных железобетонных конструкций каркаса. Разборке и перекладке подлежали лишь эвакуационные лестничные клетки, и не только в связи с

тем, что техническое состояние их на момент обследования являлось явно аварийным. Стены лестничных клеток сильно выпучивались в зоне первого этажа, в отдельных камнях кладки имелись силовые трещины, в кладке использован низкопрочный кирпич и раствор. При возведении лестничных клеток в нарушение норм и правил, высота между площадками составила 1,75 м, сами клетки при этом не вписывались в сетку колонн здания.

В рабочем проекте реконструкции здания, разработанном специалистами КазМИИР, предусмотрены новые лестничные клетки с круговым расположением маршей, вписанные в соответствующие ячейки каркасных блоков здания.

Кроме того, при восстановлении эксплуатационной пригодности в процессе новой реконструкции здания были приняты такие проектные решения, как усиление аварийных участков несущих кирпичных стен первого этажа стяжными болтами, заполнение кирпичом неиспользуемых проемов в стенах первого этажа, перекладка аварийных простенков по второму-четвертому этажам по предварительно устроенным в соответствии с проектом монолитным участкам перекрытий, усиление высоких перегородок первого этажа устройством пилястров, ремонт дефектных и поврежденных участков сборных железобетонных конструкций и их сопряжений.

В процессе реконструкции здания столичного Центра делового и культурного сотрудничества были также выявлены многочисленные недостатки как в проектом решении, так и по эксплуатации объекта, которые усложнили решаемые при реконструкции объекта научные и инженерные задачи.

Визуально наблюдаемые дефекты и повреждения в несущих и ограждающих конструкциях здания не позволяли выявить характер и истинную причину их возникновения, объективно оценить техническое состояние конструкций. Анализ конструктивного решения здания, результатов обследования и поверочных расчетов конструкций, исследования прочностных характеристик материала конструкций в натурных условиях с помощью неразрушающих методов показал, что трещины в растянутой зоне балок монолитной железобетонной ванны бассейна образуются в связи с неправильным армированием при их изготовлении, трещины в сборных железобетонных консолях фасадов являются силовыми и обусловлены недостаточным их армированием, не имеющие видимых повреждений основные стальные фермы большепролетного покрытия зальных помещений ($L = 48$ м) работают на пределе, в то время как прочность и устойчивость промежуточных ферм со значительным коррозионным износом отдельных узлов и элементов решетки обеспечены.

В соответствии с оценкой фактического технического состояния конструкций были разработаны рекомендации по восстановлению поврежденных элементов и аварийных участков в процессе предстоящей реконструкции здания. Они включали в себя выполнение антикоррозионного покрытия ферм, ремонт и перекладку аварийных участков ненесущих кирпичных перегородок воздухопроводов на цокольном этаже, восстановление гидроизоляции, а также поврежден-

ных участков защитного слоя бетона в ванной бассейна, заделку трещин в железобетонных конструкциях, ограничение нагрузок на основные фермы, усиление несущих консолей по фасаду в соответствии со специальным проектом.

Восстановление эксплуатационной пригодности здания специализированной школы №5 в г. Астане поначалу казалось достаточно сложной проблемой. При предварительном обследовании аварийного участка кирпичной стены по одному из фасадов здания специалисты НПО «Союзспецфундаментстрой» пришли к выводу о том, что деформации в кирпичной кладке несущих простенков вызваны неравномерными деформациями грунтов основания, локальной осадкой фундамента с образованием мулды на указанном участке. В связи с этим в предварительном заключении ими было предложено произвести дорогостоящее усиление основания и фундаментов.

Однако, проанализировав данное заключение и проведя комплексное обследование здания по своей методике, специалисты КазМИИР установили, что основания и фундаменты тут ни при чем, а проблема на самом деле заключается в разрушении цокольной части здания на указанном участке. Вскрытие цоколя и фундаментов подтвердило наши предположения: кирпичная кладка цоколя местами разрушилась до 50% своего сечения. Разрушение цоколя было обусловлено прежде всего тем, что в результате подъема уровня земли на прилегающей к зданию территории поливного участка сквера и неправильной ее вертикальной планировки, консольно выступающая нижняя часть цоколя оказалась в зоне постоянно увлажняемого скоплениями влаги (атмосферные осадки, полив деревьев и кустов в сквере) грунта. Все это, а также повышение уровня грунтовых вод, систематическое подтопление площадки протечками с неисправных участков внутренних и внешних инженерных коммуникаций, привело к повреждениям горизонтальной гидроизоляции, увлажнению и разрушению кирпича и раствора в кладке цоколя, деформациям и силовым трещинам в несущих простенках первых этажей.

В результате проблему восстановления эксплуатационной пригодности здания школы №5 удалось оперативно решить с помощью усиления аварийных участков цоколя отдельными захватками и несущих простенков первых этажей, без дорогостоящих и, как выяснилось, ненужных мероприятий по укреплению основания и усилению фундаментов здания.

Восстановление аварийной секции в жилом пятиэтажном крупнопанельном здании серии 1-464 А по ул. Желтоксан, 38 осложнялось тем, что несущие и ограждающие конструкции в секции практически полностью были разрушены в результате взрыва бытового газа. При этом аварийная секция находилась на четвертом этаже в средней части здания, и демонтаж ее был сопряжен со значительными затратами времени и средств в условиях функционирующего по назначению объекта.

Однако проведенное комплексное обследование конструкций на указанном участке позволило объективно оценить фактическое техническое состояние ограждающих панелей стен, внутренних перегородок и перекрытий. Часть внутренних перегородок оказа-

лось возможным сохранить, усилить без их демонтажа ввиду того, что силовые трещины в них не снижали несущую способность конструкций. Чтобы избежать сложных работ по демонтажу полностью разрушенных перекрытий и несущих внутренних поперечных стен, был предложен проект их восстановления по месту бетонированием в опалубке, с включением в работу смежных конструкций для создания жесткой пространственной конструкции новой секции.

Примером неправильной эксплуатации и технически неграмотно проведенной реконструкции является и пятиэтажный крупнопанельный жилой дом по ул. Мира, 31. В процессе реконструкции первого этажа здания, также возведенного по типовой серии К-7, были пристроены со стороны главного фасада помещения магазинов и кафе с вырубкой подоконных проемов по фасаду и перепланировкой комнат. При устройстве проема для пропуска инженерных коммуникаций была разрушена цокольная панель. Разрушение конструкции произошло боковым давлением грунта вследствие повреждения надлотковой части панели.

В процессе обследования здания были выявлены многочисленные дефекты и повреждения, обусловленные как нарушениями норм и правил при монтаже элементов (смещения от проектных осей панелей наружных стен на 10 см по вертикали, силовая трещина в торцевой панели), так и нарушениями правил и длительностью эксплуатации конструкций (повреждения горизонтальных и вертикальных швов между панелями наружных стен, спровоцированные также сильной вибрацией здания при производстве работ по реконструкции; систематические аварийные сбросы канализации от пристроенного помещения кафе в подвал, на несущие фундаментные стойки здания).

Особое беспокойство вызывает вырубка большого числа непроектных проемов в панелях наружных стен и по всему главному фасаду, которая может снизить продольную жесткость здания, что является существенным при рассмотрении вопросов прогрессивного разрушения конструкций при особых нагрузках, включая взрыв газа.

Анализ фактического напряженно-деформированного состояния несущих конструкций здания показал, что несущая способность и устойчивость здания в этих условиях в целом обеспечены, однако имеется тенденция к дальнейшему опасному развитию дефектов и повреждений, которая может быть предотвращена своевременным ремонтом поврежденных участков, заменой аварийной цокольной панели, строгим соблюдением в дальнейшем правил эксплуатации.

Наиболее характерным примером некачественного проектирования и возведения является жилой дом по ул. Бегельдинова, 50, который уже на второй год эксплуатации потребовал срочной реконструкции, включающей не только усиление несущих стен и простенков, но и обеспечение общей пространственной жесткости здания, в связи со значительными повреждениями и деформациями в несущих и ограждающих конструкциях. В этом 9-этажном комфортабельном и дорогостоящем доме еще на стадии проектирования были нарушены основополагающие принципы многоэтажного жилого строительства, связанные с

обеспечением жесткой конструктивной схемы, созданием поэтажных дисков перекрытий, устройством армопоясов. Кроме того, при возведении несущих стен здания был использован силикатный кирпич, обладающий большей деформативностью и худшими эксплуатационными свойствами, чем кирпич глиняный обыкновенный.

Как показывают наши исследования [3], в случае применения силикатного кирпича в многоэтажном строительстве в качестве основного материала несущих стен необходимо предусматривать специальные конструктивные мероприятия по выравниванию напряжений от действующих нагрузок и дополнительному армированию стен, с тем чтобы смягчить последствия, связанные с деформациями ползучести кирпича, которые протекают в течение длительного периода времени.

В связи с ошибками в проектировании и нарушениями ряда норм и правил при строительстве, в указанном доме появились косые трещины в местах пересечения несущих наружных и внутренних стен различной толщины, произошел отрыв эркеров от основных стен. Специалистами КазМИРР по результатам диагностики и оценки фактического технического состояния здания был разработан проект его реконструкции, включающий закладку оконных проемов цокольного этажа на участках смещения указанных проемов в зону несущих простенков здания, усиление наружных стен стальными тяжами и несущих простенков стальными обоймами, устройство армопояса на уровне покрытия и укрепление связи элементов перекрытия эркеров с междуэтажными перекрытиями здания.

Таким образом, учитывая вышеизложенное, можно сделать следующие выводы:

- обследование жилых и общественных зданий в г. Астане показало, что наряду со зданиями старой постройки, имеющими значительный физический и моральный износ, и в новых зданиях, уже на начальном этапе их эксплуатации, выявляются серьезные дефекты и повреждения;

- основными причинами значительного физического и морального износа старых зданий г. Астаны являются относительно длительный (более 40 лет) срок их эксплуатации и несовершенство нормативной базы того периода; для новых зданий преждевременное появление дефектов и повреждений несущих и ограждающих конструкций связано, в первую очередь, с недостаточной проработанностью проектной документации, низким качеством строительства и применением строительных материалов, обладающих низкими эксплуатационными свойствами, в частности, силикатного кирпича;

- несмотря на значительный износ, здания старой постройки, особенно крупнопанельные жилые дома первых массовых серий (К-7, 464, 467 и др.), пока имеют достаточную несущую способность; в связи с чем необходимо срочно разработать программу по их реконструкции. В рамках реализации данной программы специалистами КазМИРР разработаны проекты полной реконструкции жилых домов первых массовых серий. Запатентованы индивидуальные проектные решения по усилению металлических, железобе-

тонных, каменных и деревянных конструкций зданий различного типа; утеплению наружных стен; гидроизоляции подземных сооружений; устройству облегченных конструкций кровли;

– для потерявших эксплуатационную пригодность зданий старой и новой постройки необходима реализация комплексной программы по их восстановлению,

с использованием способов усиления строительных конструкций, разработанных КазМИРР;

– для повышения качества, реконструкции и строительства зданий в Астане необходимо разработать территориальные нормативные документы, учитывающие специфику столичной застройки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ВСН 61-89 (р). Реконструкция и капитальный ремонт жилых домов. Норма проектирования / Госкомархитектура СССР. М.: Прейскурантиздат, 1989.
2. РДСРК 07-7-99. Правила оценки физического износа зданий и сооружений / Комитет по делам строительства Министерства энергетики, промышленности и торговли Республики Казахстан. Алматы, 1999. 69 с.
3. Нугужин Ж.С., Фендт Б.Е., Нэмен В.Н. Обследование и реконструкция зданий и сооружений. Алматы: Гылым, 1998. 315 с.

УДК 666.97.033.1

Д.О. БАЙДЖАНОВ
Ю.М. СМЕРНОВ

Методы расчета прессово-транспортирующего органа формовочной машины для экструзивного способа формования

Технологическое назначение исполнительного органа, а также его роль в формировании выходных показателей формовочной машины позволяют установить набор исходных данных для исследования, расчета и проектирования.

Исходные данные могут быть классифицированы по следующим группам: параметры бетонной смеси, конструктивные параметры.

К параметрам, характеризующим бетонную смесь, следует отнести: жесткость; плотность в естественном (неуплотненном) состоянии; коэффициент внутреннего трения; коэффициент трения между частицами бетонной смеси и металлом.

Конструктивные параметры прессово-транспортирующего механизма: диаметры шнека и кожуха; углы наклона винта и кожуха в уплотняющей бетонной смеси части прессово-транспортирующего механизма; высота витка прессово-транспортирующего механизма; шаг винтовой поверхности.

Отмеченный набор исходных данных определяет выходные показатели прессово-транспортирующего механизма, влияющие на выходные показатели машины в целом.

Остановимся на основных допущениях, принимаемых для обеспечения физического представления рабочих процессов, происходящих при транспортировании и уплотнении бетонной смеси в прессово-транспортирующем механизме:

- бетонная смесь представляет собой однородную массу, плотность которой в каждой точке одинакова;
- силы трения частиц смеси о шнек и кожух представлены как силы трения скольжения;
- шнек совершает только вращательное движение вокруг горизонтальной неподвижной оси;
- коэффициент трения смеси по всем поверхностям неодинаков.

Исходя из основного технологического назначения прессово-транспортирующего и прессующего органа (получение смеси заданной плотности), примем в качестве критерия оценки параметров степень уплотнения бетонной смеси:

$$K_{yn} = \rho / \rho_0,$$

где ρ — плотность бетонной смеси при выходе из исполнительного органа; ρ_0 — плотность бетонной смеси при входе в естественном состоянии (до уплотнения).

Полученные в работе [1] расчетные зависимости (как аналитические, так и графические) 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.

Начнем с выражения, определяющего оптимальное значение угла заострения витка шнека. Графический анализ приведен на рис. 1. Отсюда следует, что наиболее интенсивное изменение β принимает на участке $2 \leq n_1 \leq 3$ и составляет 154%. В дальнейшем интенсивность заметно снижается. Вследствие этого принимается за оптимальную величину $\beta_{opt} = 19,5^\circ$, что соответствует $n_1 = 3$.

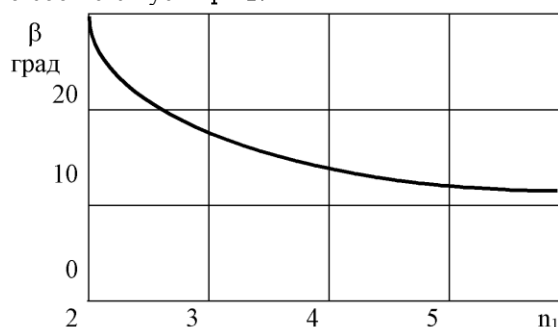


Рис. 1. Зависимость оптимального угла заострения витка шнека от числа витков в зоне загрузки

Для оптимизации угла подъема конусной части шнека в камере уплотнения получены зависимости, приведенные на рис. 2. Отсюда следует, что диаметр приемной камеры d_1 несущественно влияет на величину оптимального угла γ_{opt} , зависимости практически линейные, и приращение величины угла в рассматриваемом диапазоне l_2 составляет $128 \div 132\%$. Причем наиболее интенсивное приращение угла наблюдается при $l_2 > 200$ мм.

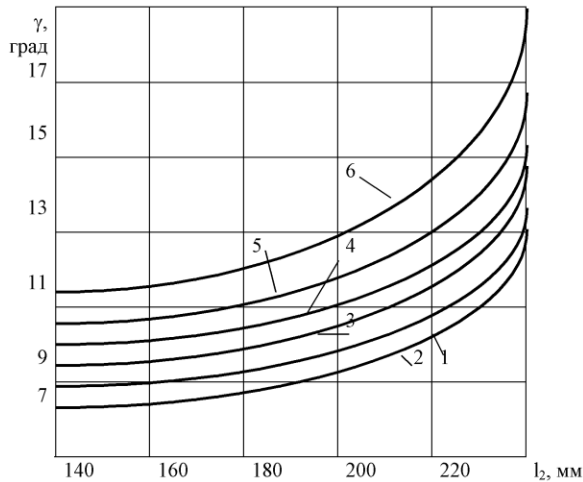


Рис. 2. Зависимости оптимального угла подъема поверхности шнека γ_{opt} от длины l_2 : 1, 2, 3, 4, 5 и 6 — соответственно при $d_1 = 110; 120; 130; 140; 150$ и 160 мм

Для оптимизации высоты витка шнека введем безразмерный коэффициент K_{p2} , представляющий собой отношение плотности смеси в камере уплотнения ρ_2 к плотности исходной смеси ρ_0 :

$$K_{p2} = \rho_2 / \rho_0.$$

Очевидно, что для максимального использования возможностей метода экструзионного формования следует стремиться к максимуму K_{p2} .

На рис. 3 приведены зависимости коэффициента K_{p2} от высоты витка шнека h . Отсюда следует, что приращение коэффициента в выбранном интервале изменения h и составляет $14 \div 24\%$, а в выбранном изменении диаметра D ($0,16 \div 0,22$ м).

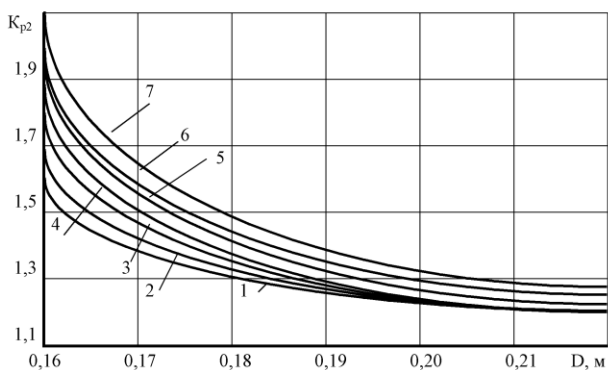


Рис. 3. Зависимости безразмерного коэффициента K_{p2} от диаметра шнека D : 1, 2, 3, 4, 5, 6, и 7 — соответственно при $h = 16; 18; 20; 22; 24; 26; 28$ мм

Это позволяет выбрать в качестве рационального интервала изменения диаметра шнека $0,16 \leq D \leq 0,18$ м.

Последним геометрическим параметром, рацио-

нальная величина которого подлежит установлению, является высота витка шнека h . Для ее установления исследуем зависимости, представляющие изменение крутящего момента на валу шнека $M_{кр}$ от геометрических его параметров (рис. 4).

Из них следует, что эта зависимость нелинейна с наиболее интенсивным возрастанием крутящего момента при высоте витка $0,022$ м и более. Действительно, рассматривая интервал $0,16 \leq h \leq 0,022$ м, получаем возрастание крутящего момента в $1,23 \div 1,4$ раза, но при таком же возрастании высоты $0,022 \leq h \leq 0,028$ м крутящий момент увеличивается в $1,95 \div 2,1$ раза. Имея в виду то обстоятельство, что увеличение момента увеличивает мощность электродвигателя, что в свою очередь приводит к возрастанию энергоемкости технологического цикла, следует рекомендовать в качестве рационального интервал $0,016 \leq h \leq 0,022$.

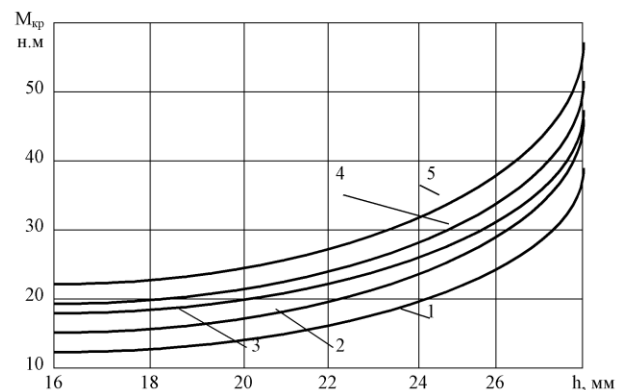


Рис. 4. Зависимости крутящего момента на валу шнека $M_{кр}$ от высоты витка шнека h : 1, 2, 3, 4 и 5 — соответственно при $P_0 = 1,7; 1,8; 1,9; 2,0$ и $2,1$ кг/м³

Таким образом, установлены рациональные интервалы изменения параметров исполнительного органа. При этом следует отметить, что при проектировании могут быть случаи, когда установленный параметр не вполне соответствует выбранным критериям эффективности. Такие случаи должны быть предусмотрены на этапе проектирования исполнительного органа. Обнаруженное несоответствие должно быть устранено в процессе расчета.

Для этого разработан алгоритм определения параметров исполнительного органа. Соответствующий набор исходных данных определяет две разновидности алгоритмов, которые в дальнейшем названы прямой и обратной задачами расчета.

В прямой задаче задаются конструктивная схема (экструдера) исполнительного органа, а также набор исходных данных определяющих параметров бетонной смеси ρ_0 , f_{mp} и эксплуатационные показатели исполнительного органа — требуемый коэффициент уплотнения $[k_{уп}]$ и требуемая скорость выхода $[v]$ (рис. 5).

На основании этого производится эскизная проработка исполнительного органа, в процессе которой на основании номограммы расчета назначаются величины β , γ , d_1 и l_1 . Эти величины закладываются в расчетные зависимости, и производится вычисление параметров l_2 , d_2 , h , t_1 и t_2 . По этим установленным величинам оценивается степень уплотнения бетонной

смеси κ_{yn} . При несоблюдении условия $\kappa_{yn} \geq [\kappa_{yn}]$ производится корректировка назначаемых при эскизной проработке величин. При условии $\kappa_{yn} \geq [\kappa_{yn}]$ производится вычисление показателей исполнительного органа

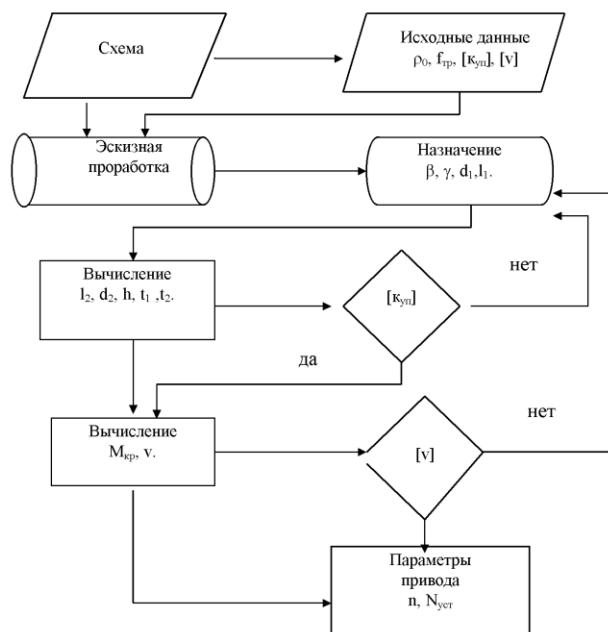


Рис. 5. Алгоритм решения прямой задачи расчета параметров исполнительного органа

на $M_{кр}$ и v . Величина v оценивается по условию $v \geq [v]$. Если оно не соблюдается, вновь корректируется назначение величины. При соблюдении условия определяются параметры привода: установленная мощность $N_{уст}$ и число оборотов n .

При обратной задаче расчета (рис. 6) задаются: конструктивная схема исполнительного органа и выходные показатели исполнительного органа: $n, N_{уст}$,

$[\kappa_{yn}]$ и $[v]$. На основании этого производится эскизная проработка исполнительного органа с назначением величин l_2, d_2, h, t_1 и t_2 . С использованием расчетных зависимостей производится вычисление параметров β, γ, d_1 и l_1 . По их величинам оценивается степень уплотнения смеси κ_{yn} . При несоответствии ее величины

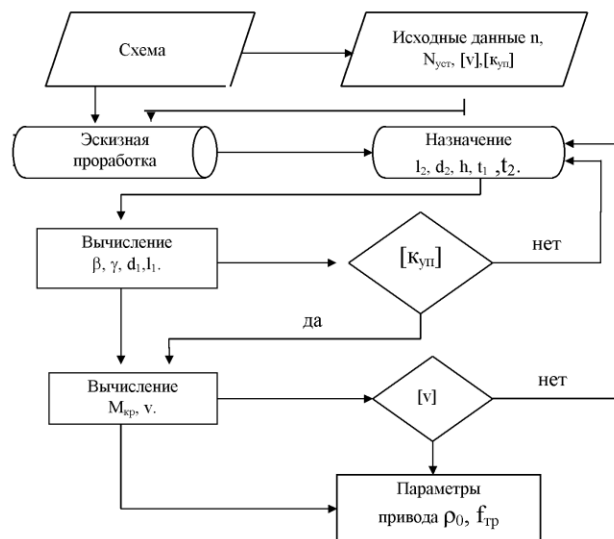


Рис. 6. Алгоритм решения обратной задачи расчета параметров исполнительного органа

требуемой $[\kappa_{yn}]$ производится корректировка назначаемых коэффициентов. Если соответствие выполняется, вычисляются показатели $M_{кр}$ и v . Величина скорости выхода оценивается по отношению к требуемой величине $[v]$. Если соответствие не соблюдается, назначаемые параметры вновь корректируются. При соответствии $v \geq [v]$ устанавливаются показатели смеси ρ_0, f_{tr} , для которых может быть использован проектируемый исполнительный орган.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Байджанов Д.О., Смирнов Ю.М. Научные труды. Вып. 2 / Караганд. гос. техн. ун-т. Караганда, 2000.

УДК 666.983-463

Б.А. АШИМОВ

Обоснование целесообразности применения сталефибробетона при реконструкции зданий и сооружений

При проведении реконструкции зданий и сооружений возникает необходимость усиления сечения отдельных конструкций, придания прочности и жесткости узлам сопряжения элементов, а также восстановления защитного слоя бетона.

В настоящее время для решения этих задач применяется устройство обоям из железобетона и металла, сердечников из железобетона и металла, устройство новых связей, восстановление защитного слоя путем полной его замены. При этом указанные меры отличаются сложностью технологии производства работ, дороговизной применяемых материалов, в отдельных случаях невысокой эффективностью.

Сталефибробетон зарекомендовал себя как материал с прогнозируемыми свойствами, позволяющий в

ряде случаев отказаться от дорогостоящих арматурных работ, применить доступные технологии производства тонкостенных и массивных конструкций сложной формы. Армирование бетона фиброй в виде отрезков жести или проволоки существенно увеличивает, по различным данным [1], прочность бетона на сжатие (до 2-4 раз), на растяжение (до 50%), на изгиб (до 80%), на срез (до 2 раз), на истираемость (до 2-3 раз).

Фибробетон во время испытаний в НИИЖБе показал хорошие показатели сцепления со старым бетоном [2]. Состояния контактной поверхности между фибробетоном и бетонной матрицей (или старым бетоном) были следующие:

- чистая увлажненная;
- вскрытая увлажненная;

- с прорезанными бороздами глубиной 5 и 10 мм;
- с выступающими фибрами;
- с различным коэффициентом армирования фибрами $\mu = 0,7; 1,0; 1,5$.

Результаты проведенных испытаний, а также анализ аналогичных проведенных работ по сцеплению нового бетона со старым позволили сделать следующие выводы.

1. Сцепление фибробетона со старым бетоном колеблется в широких пределах от 100%-й прочности (а с выпуском фибр — около 150%) по сравнению с прочностью монолитных образцов. При этом 20% прочности обеспечивается за счет различных факто-

увеличивает сцепление на 30–40% по сравнению со вскрытой поверхностью. Глубина бороздок должна быть не менее 10 см.

Приведенные данные показывают эффективность применения добетонирования фибробетоном со швом прочности, сопоставимой с прочностью монолита. Добетонирование ослабленных или недостаточно прочных и жестких конструкций или узлов монолитных и сборномонолитных конструкций может обеспечить эксплуатационные качества последним без дорогостоящей разборки конструкций и устройства новых. Предложения по схеме фибробетонирования при реконструкции (см. рис. 1).

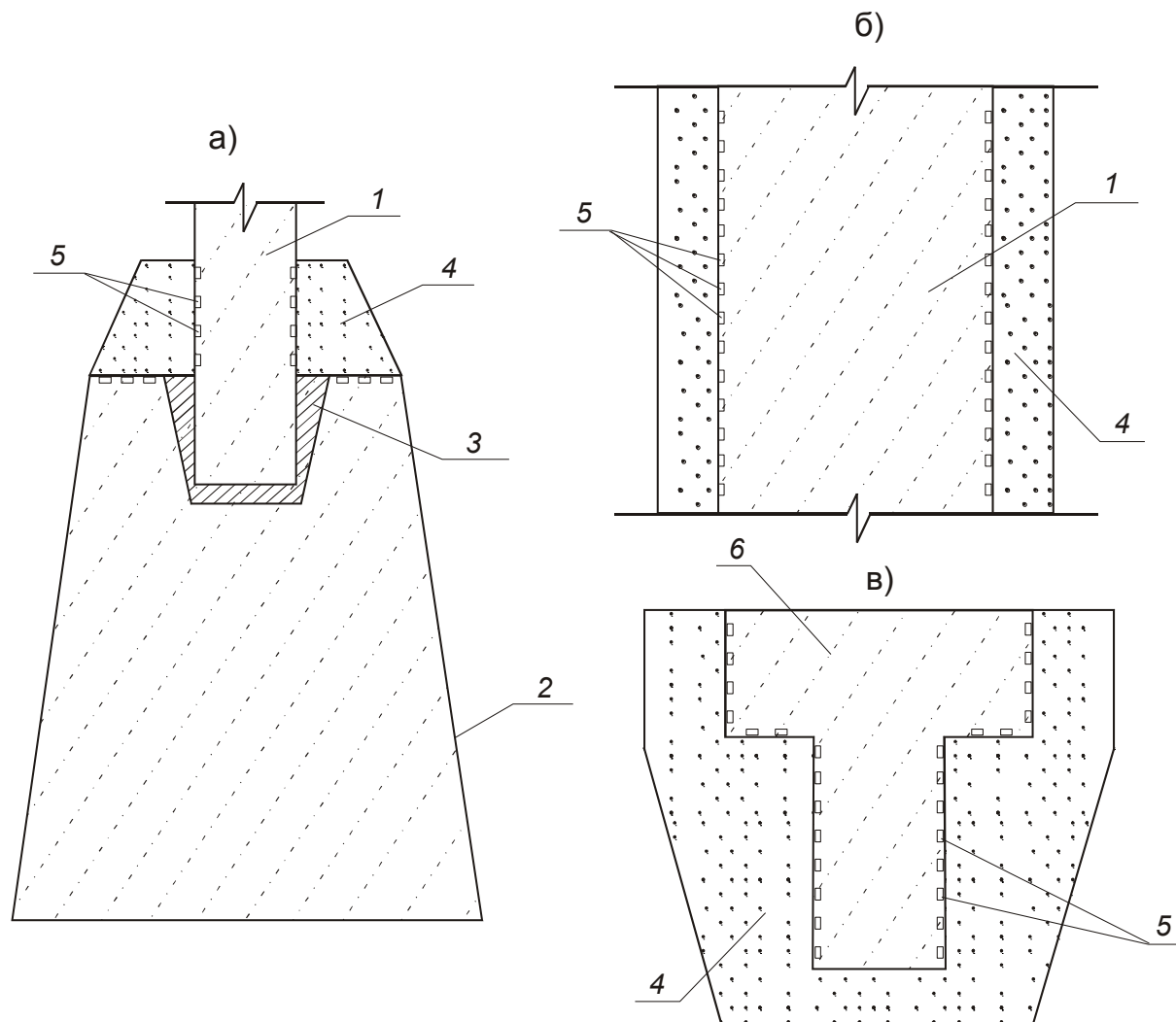


Рис. 1. Варианты усиления конструкций и узлов их сопряжения:

а) восстановление жесткости зацементации колонны в фундаменте путем добетонирования сталефибробетоном; б) восстановление прочности колонны на сжатие путем нанесения слоя фибробетона методом торкретирования; в) восстановление прочности сжатой зоны изгибаемой балки путем послойного нанесения фибробетона методом торкретирования. 1 — колонна; 2 — фундамент; 3 — бетон замоноличивания; 4 — сталефибробетон; 5 — борозды на «старом» бетоне глубиной 10 мм; 6 — балка

ров: обработка поверхности сопряжения, наличие выпусков фибр, процент фибрового армирования и др.

2. Наибольшая величина сцепления наблюдается в образцах с выпусками фибр, которые выполняли роль поперечной арматуры в шве бетонирования. Эта величина в зависимости от μ на 20–60% превышает прочность монолитного бетона.

3. Обработка поверхности бороздками при срезе

Исследования сталефибробетонных узлов каркаса многоэтажных зданий показывают высокую ударную удельную вязкость и трещиностойкость сталефибробетона в них при действии динамических нагрузок [3]. Эффективным может оказаться добетонирование полов промышленных и прочих зданий, испытывающих повышенное истирание и потерявших защитный слой, так как сталефибробетон имеет хорошую

стойкость на истирание [4]. Варианты реконструкции покрытий приведены на рис. 2.

Добетонирование оголовков свай, разрушенных при забивке, может избавить от необходимости их замены. Хорошая ударная вязкость сталефибробетона

старым бетоном может стать достаточно эффективным. Изложенные выводы показывают возможность применения сталефибробетона при реконструкции старых объектов и для устранения различных дефектов при строительстве новых. В Карагандинском ре-

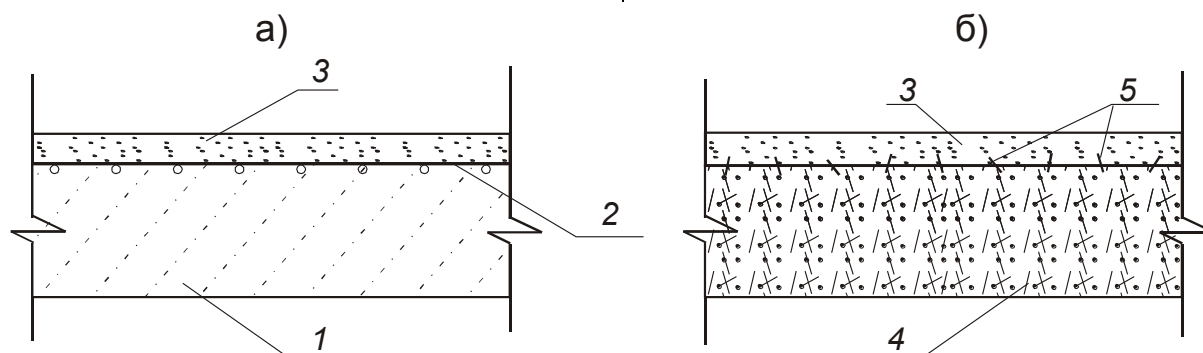


Рис. 2. Восстановление истираемого слоя полов или дорог:

а) восстановление защитного слоя путем нанесения сталефибробетона на «старый» бетон; б) то же, на «старый» фибробетон. 1 — «старый» бетон; 2 — оголенная арматура; 3 — сталефибробетон; 4 — «старый» сталефибробетон; 5 — выпуски фибры, образовавшиеся при истирании

обнаружена при изготовлении новых свай [5], использование хорошего сцепления сталефибробетона со

гионе накоплен достаточный опыт проектирования и изготовления фибры и фибробетона [6].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рекомендации по проектированию и изготовлению сталефибробетонных конструкций. М.: НИИЖБ, 1987.
2. Беляева В.А., Башлай К.И., Гребенникова Т.А. Сцепление сталефибробетона со старым бетоном в слоистых и сборномонолитных конструкциях // Строительство в районах Урала и Западной Сибири. Серия: Совершенствование базы строительства: Экспресс-информация. Вып. 1. М.: ЦБНТИ, 1987. С. 41–44.
3. Аль-Шахи Яхья Зайд, Лысенко Е.Ф., Гетун Г.В. Исследование сталефибробетонных узлов каркаса многоэтажного здания на нагрузки типа сейсмических // Строительство в районах Урала и Западной Сибири. Серия: Совершенствование базы строительства: Экспресс-информация. Вып. 11. М.: ЦБНТИ, 1987. С. 25–27.
4. Копытин В. П., Янkelович Ф. Ц. Влияние некоторых факторов на истираемость дисперсно-армированного бетона // Дисперсно-армированные бетоны и конструкции из них / ЛатинТИ. Рига, 1975. С. 83–86.
5. Хазанов М.Я., Васильева Л.Л., Каплун Э.В., Маковецкий М.М. Применение сталефибробетона в инженерном строительстве / Ленинградский дом научно-технической пропаганды. Ленинград, 1985. С. 31–34.
6. Ашимов Б.А., Петренко С.И. Опыт проектирования и внедрения сталефибробетонных изделий // Тезисы докл. науч.-техн. конф. «Научно-технический прогресс в проектировании промышленных предприятий // ГПКИ «Карагандинский промышленный проект». Караганда, 1989.

УДК 624.131.54

Е.С. УТЕНОВ

К методу расчета объемных осадок оснований фундаментов с учетом реальных свойств грунтов

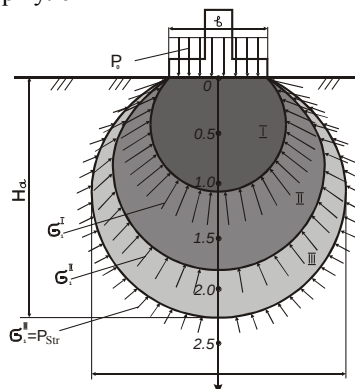
При проектировании зданий в условиях существующей городской застройки, в том числе реконструируемых с надстройкой или пристройкой, а также при достройке незавершенных и законсервированных объектов возникает необходимость в определении фактических размеров зоны деформации уплотнения основания существующего фундамента, в пределах которой произошли послестроительные изменения механических свойств грунтов. Однако используемые на практике методы, основанные на теории линейно деформируемой среды, не позволяют прогнозировать размеры указанной зоны, так как предназначены для расчета условного, идеализированного грунта, поэтому их результаты дают, как правило, весьма завышенные значения. Эти методы не приемлемы и для определения осадок фундаментов реконструируемых зда-

ний с учетом наличия в их основании локальных упрочненных или ослабленных зон, связанных с техногенными факторами (длительное обжатие, подтопление). Поскольку действительные размеры указанных локальных зон реального грунтового основания существующими методами нельзя непосредственно перенести на идеализированное основание, возникает необходимость нового подхода к разработке методики расчета осадки фундаментов.

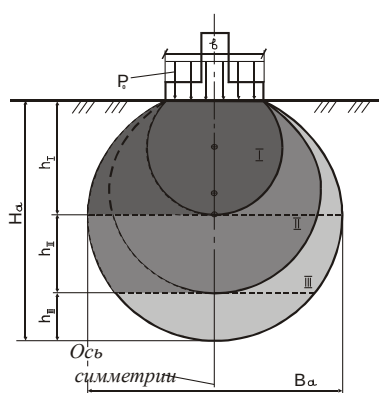
Как показывают результаты экспериментальных исследований, искажение действительных свойств грунтов от использования теории линейно деформируемой среды более ощутимо проявляется при расчете деформаций и менее — при прогнозе напряженного состояния грунтовых оснований. Полевыми опытами [1] М.Ю. Абелева, А.В. Голли и В.М. Чикишева, П.А.

щихся по степени загруженности ($\sigma_I^I = 0,52p_0$; $\sigma_I^{II} = 0,32p_0$; $\sigma_I^{III} = 0,27p_0 = p_{str}$).

Осадку фундамента в соответствии с принятой расчетной моделью основания предлагается определять по формуле



а)



б)

Рис. 2. Схема расчетной модели основания фундамента: а — расчетная модель основания; б — возможности расчетной модели по учету неоднородности свойств грунтов основания (слева от оси симметрии — по слоям, а справа — по зонам)

$$S = \frac{1}{A} \cdot \sum_{i=1}^{i=n} \left[V_{i3} \cdot \left(1 - \frac{1+e_2^{i3}}{1+e_1} \right) \right], \quad (4)$$

где A — площадь подошвы ленточного фундамента;
 i — рассматриваемая напряженная зона основания фундамента;
 n — количество выделенных зон основания;
 V_{i3} — объем i -й уплотняемой зоны основания;
 e_1 — коэффициент пористости неуплотненного грунта природной структуры, определяемый по компрессионной кривой при нагрузке $p_1 = \sigma_I = p_{str}$;
 e_2^{i3} — коэффициент пористости уплотненного грунта от действия максимального сжимающего напряжения в i -й зоне, принимаемый по компрессионной кривой при нагрузке $p_2^{i3} = p_1 + \Delta p_{упл}^{i3}$;
здесь $\Delta p_{упл}^{i3}$ — уплотняющее давление, определяемое как разность диапазонов сжимающих напряжений, действующих в рассматриваемой i -й зоне: $\Delta p_{упл}^{i3} = \sigma_1^{i-1,3} - \sigma_1^{i3}$.

Для сравнения были выполнены расчеты при следующих исходных данных: грунт суглинок тугопластичный с характеристиками $\gamma = 19 \text{ кН/м}^3$; $e_1 = 0,732$; $m_v = 0,11 \text{ МПа}^{-1}$; $E_0 = 6 \text{ МПа}$; $\mu_0 = 0,35$; $p_{str} = 0,054 \text{ МПа}$; $p_0 = 0,2 \text{ МПа}$; фундамент ленточный с шириной $b = 2 \text{ м}$.

Расчеты показали, что общепринятое при изысканиях спрямление компрессионной кривой на участке уплотняющих нагрузок $0,1 \dots 0,3 \text{ МПа}$ при применении предлагаемой методики приводит к существенным погрешностям, в частности, к уменьшению осадки фундамента на 28%, а деформации основания в рассмотренных зонах I, II и III соответственно на 20%; 34% и 51%.

По результатам сравнительных расчетов на рис. 3, а показаны эпюры послойных перемещений грунтов основания. Завышения результатов расчета по методу СНиП (кривая 2) по сравнению с новой методикой (кривая 1) при $Z = 0$; $Z = 0,5b$; $Z = 0,5H_d$ составили соот-

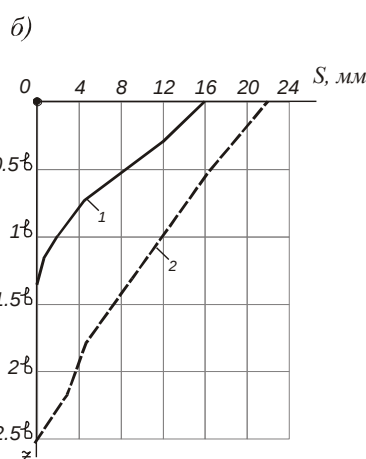
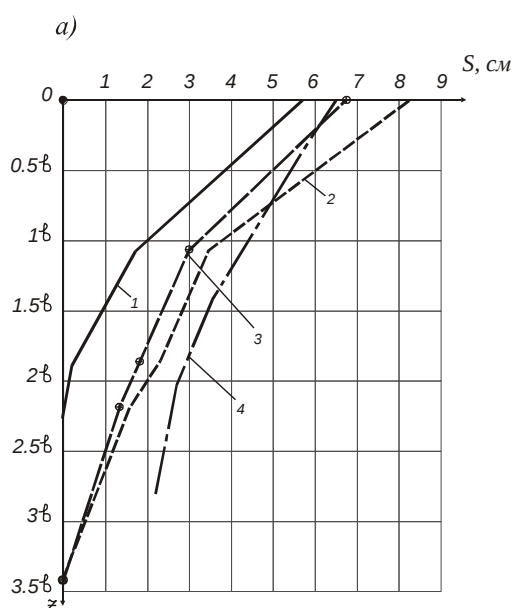


Рис. 3. Эпюры послойных перемещений грунтов по глубине основания: а — по результатам теоретических методов расчета: 1 — по предлагаемому методу; 2 и 3 — по методу послойного суммирования соответственно с учетом β , E_0 (по СНиП) и коэффициента m_v ; 4 — по методу конечных элементов с учетом μ_0 и E_0 ; б — по данным экспериментальных и теоретических исследований П.А. Коновалова: 1 — замеренные послойные перемещения грунта; 2 — вычисленные перемещения грунта по СНиП

ветственно 1,4; 1,78 и 2,2 раза. По данным П.А. Коновалова (рис. 3,б) аналогичные соотношения фактических (кривая 1, по эксперименту) и расчетных (кривая 2, по СНиП) деформаций основания (суглинок полутвердый) реального здания при нагрузке $p_0 = 0,113$ МПа имеют следующие значения: 1,49; 1,7 и 2,6 раза.

Таким образом, предлагаемая расчетная модель

грунтового основания позволяет прогнозировать фактические размеры зоны деформации уплотнения оснований проектируемых фундаментов, в том числе более достоверно определять осадку с учетом реального «нелинейного» закона сжатия грунтов, включая возможные локальные изменения их свойств, например, при длительном обжати или случайном подтоплении.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Далматов Б.И. Механика грунтов основания и фундаменты. М.: Стройиздат, 1981. 319 с.
2. Далматов Б.И., Утепов Е.С. К вопросу формирования зоны уплотнения глинистых грунтов под фундаментами // Механика грунтов, основания и фундаменты. Л.: ЛИСИ, 1980.
3. Утепов Е.С. К оценке уплотненности глинистых грунтов под фундаментами существующих зданий // Изв. вуз. Строительство и архитектура. 1984. № 2. С. 19–23.

ӘОЖ 622.647

З.Т. АҚШЕВ
Т.К. БАЛҒАБЕКОВ

Теңгеру қондырғысындағы жетекті-тасу органының жағдайын анықтау

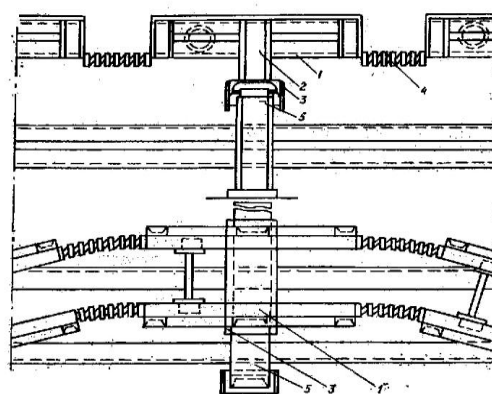
Көп қозғалтқышты қатпарлы конвейерлер, бұлар негізінен қозғалтқыштарының санының көптігімен, бір уақытта параллель түрде қозғалтқыштардың серпінді білікке (жетекті органға) жұмыс істеуімен ерекшелінеді. Осындай конвейерлерде қозғалтқыштардың синхронды түрде айналуын қамтамасыз етсек те, олар осы қозғалтқыштарды дайындағандағы кететін ауытқуларға байланысты, кейбір бөлшектерінің сәйкестігі толық келмеуінен, жетек органындағы кейбір жерлерде шынжырдың желінулерінен, әрбір ортааралықта орналасқан көптеген қозғалтқыштардың бір дегеннен іске қосылмауынан, тағы да басқа жайттерге байланысты жетекті органда қосымша серпінді өзгерістер пайда болады [1]. Осындай жағдайларды болдырмас үшін, әрбір қозғалтқыштың алдына (шынжырдың жүріс бағытына қарай) арнайы секция (секция батареясын) орналастырамыз. Бұл қойылым арнайы жылжымалы бағыттамамен, реттелетін тармақта болады және бұлар да қозғалтқыштармен жабдықталған күйінде жұмыс атқарады.

Көп қозғалтқышты қатпарлы конвейерлерде, теңгеру мәселесі, теңгеру қондырғысының жылжымалы бағыттама-сының алға немесе артқа жылжуларының арқасында іске асады. Мұндай теңгеру қондырғысын кез келген қатпарлы конвейерлерде орналастыруға болады.

1-суретте теңгеру қондырғысы, көп қозғалтқышты қатпарлы конвейерлерге орналастыратын, жалғанды-

ратын серпінді көпіршелерімен көрсетілген.

Мұнда жылжымалы бағыттама 1, орта жерінен аяқшаға 2 және жылжымалы рамаға 3 мықтап тұрып



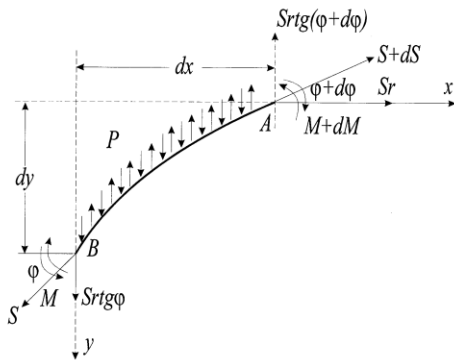
1-сурет. Теңгеруші секциясы, серпінді жалғандыратын көпіршелерімен (жанынан қарағандағысы және жоспардағысы): 1 — жылжымалы бағыттама; 2 — аяқша; 3 — жылжымалы рама; 4 — серпінді жалғандыратын көпірше; 5 — негіз

бекітілген. Осы қойылған теңгеру қондырғысының секциясы, ырғақты түрде жұмыс атқару үшін, екі жағынан мықты орналасқан, серпінді көпіршелермен 4 жабдықтаған. Негіздің 5 атқарар шаруасы, оның үстінде орналасқан жылжымалы негіздің жүрістерін қамтамасыз ету. Мұндай жүріс осы негізге орнатылған

қозғалтқыштың арқасында жүзеге асады.

Теңгеру қондырғысының жұмыс қабілеттілігін анықтау мақсатында, оның тиімді өлшемдерін анықтап алғанымыз жөн. Теңгеру қондырғысындағы өлшемдердің мағынасын анықтау үшін, тартып-тасымалдайтын органды екі тірекшеге орнатылған серпінді арқалық (балка) ретінде қарастырамыз. Мұндағы жүктемені біркелкі таратылған түрінде, таңбасы айнымалы, майысқан қисықтың пішінінде анықтауға болады.

Жоғарыда айтылған жағдайды анықтау үшін, тартып-тасымалдайтын органның қисығының бір бөлігін алып қарастырамыз. Мұнда қисыққа жанаманы, соңғы нүктесінде x білігімен түйісетіндей қылып орналастырамыз, ал қисықтың басқа басынан y білігі өтетін болуы керек. Тартып-тасымалдайтын орган қаттылық сипаттамасында болғандықтан, күштеу S және $S + dS$, осы бөліктің екі жақ нүктелеріндегі әсерлері ретінде болғандықтан, қисықтың сызығының жанамасымен түйіспейді, оларға кішкене бұрыштармен φ бағытталады және $\varphi + d\varphi$ болады.



2-сурет. Теңгеру қондырғысының жүк тасымалдайтын органының, майысу қисығының пішінін анықтайтын сұлба

Тартып-тасымалдайтын органның бөлігіндегі тепе-теңдік жағдайы төмендегідей болып жазылады

$$\left. \begin{aligned} \sum M_A &= -S_r \operatorname{tg} \varphi dx \pm M \mp \frac{Pdx}{2} dx \mp M \mp dM + S_r dy = 0, \\ \sum Y &= -S_r \operatorname{tg} \varphi \mp Pdx + S_r \operatorname{tg} \varphi \varphi + d\varphi = 0, \end{aligned} \right\}$$

кайда M — майысатын иінікүш, Нм;

P — салынған күштеулердің қарқындылығы, Н/м.

Шексіз аз екінші тәртіпті $Pdx/2 dx$ шамасын елемей, теңгеру қондырғысының жетекті-таситын органында, дифференциалды теңдеудің кескінін аламыз. Сонда теңгеру қондырғысының жылжымалы бағыттама-сының секциясы орын ауыстырған кезіндегі, көбейуі немесе азайуы орналасу жақтарына қарай дөп келетін қисықтың дөңесі, төмендегідей болып анықталады

$$\frac{d^4 y}{dx^4} \mp \frac{S_r}{E_0 I_0} \cdot \frac{d^2 y}{dx^2} \mp \frac{P}{E_0 I_0} = 0,$$

кайда $E_0 I_0$ -жетекті-тасу органының көлденең қаттылығы, Н·м²;

$S_r = S \cos \varphi$ — керілу, Н.

Егерде төмендегідей қылып белгілейтін болсақ

$$\frac{S_r}{E_0 I_0} = K^2; \frac{d^2 y}{dx^2} = z, \quad (1)$$

ондағы табатынымыз, жалпы бәрімізге белгілі математикалық физиканың теңдеуін аламыз

$$\frac{d^2 z}{dx^2} \mp K^2 z \pm \frac{K^2 P}{S_r} = 0,$$

яғни, көбейу немесе азайу жақтарына дөп келетін қисықтың дөңесінің шешімі төмендегідей болады

$$\left. \begin{aligned} z &= A \operatorname{ch} kx + B \operatorname{sh} kx + \frac{P}{S_r}; \\ z &= a \cos kx + B \sin kx + \frac{P}{S_r}. \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Дифференциалды (2) теңдеудің жүйесін (1) еске ала шешіп, және тұрақты коэффициенттерді анықтап алып, алатынымыз, мысалы, жылжымалы бағытта-маның, көбейуі жағына орын ауыстырудағы қисықтың дөңесі былай анықталады

$$Y = -\frac{Pl}{2S_r k} \cdot \frac{\operatorname{ch} kx}{\operatorname{ch} k \frac{l}{2}} + \frac{Px^2}{2S_r} + \frac{Pl}{2S_r k \operatorname{ch} k \frac{l}{2}},$$

кайда l — теңгеру қондырғысындағы жетекті-тасу органының жартылай толқынының ұзындығының, көлденең білікке проекциясы, м.

Сонда серпінді арқалық үшін, егер $0 \leq x < \frac{l}{2}$ болса, табатынымыз

$$\frac{dy}{dx} = -\frac{Pl}{2S_r} \cdot \frac{\operatorname{sh} kx}{\operatorname{sh} k \frac{l}{2}} + \frac{Px}{S_r} = \frac{Q}{2S_r}, \quad (3)$$

кайда Q — серпінді арқалықтағы көлденең күш, Н.

[2] Q мағынасын (3) теңдеуіне қоятын болсақ, алатынымыз

$$-\frac{Pl}{2} \cdot \frac{\operatorname{sh} kx}{\operatorname{sh} k \frac{l}{2}} + Px = \frac{1}{2} \int_0^L P dx,$$

кайда L — теңгеру қондырғысының жартылай толқынындағы, жетекті-тасу органының ұзындығы, м.

Осыдан жартылай толқынының доғасының ұзындығы

$$L = 2x - l \frac{\operatorname{sh} kx}{\operatorname{sh} k \frac{l}{2}}, \quad (4)$$

L мағынасының тиімділігін анықтау үшін 4 теңдеуден бірінші және екінші туындыны x бойынша аламыз

$$\left. \begin{aligned} \frac{dL}{dx} &= 2 - l_k \frac{\operatorname{ch} kx}{\operatorname{ch} k \frac{l}{2}} = 0, \\ \frac{d^2 L}{dx^2} &= -l^2 k^2 \frac{\operatorname{ch} kx}{\operatorname{ch} k \frac{l}{2}} < 0. \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Бірінші туындыны нөлге теңестіріп, (5)-ші тең-

деудегі жағдайдан анықтайтынымыз

$$ch kx = \frac{2 \operatorname{ch} k \frac{l}{2}}{kl}.$$

Сонда

$$I_{onm} = 2x \pm \sqrt{\left(\frac{2}{k}\right)^2 + \frac{l^2}{\sin^2\left(\beta + \frac{\pi}{2}\right)}},$$

қайда β — теңгеру қондырғысының жартылай толқынының, орталық бұрышының жартысы.

Құрылғылық шектеулерге қатысты (қисық сызықты бағыттамалардағы жүретін шығыршықтардың ұсталу жағдайына байланысты) қабылдайтынымыз

$$\frac{2}{3}\pi \leq \beta + \frac{\pi}{2} \leq \frac{5}{6}\pi.$$

Теңгеру қондырғысындағы жүк таситын органының доғасының қисығының ұзындығының пішіні ең жоғары егер $x = \pm \frac{l}{2}$:

$$L_{\max} = \left| l + \sqrt{\left(\frac{2}{k}\right)^2 + \frac{l^2}{\sin^2\left(\beta + \frac{\pi}{2}\right)}} \right|.$$

Осыдан, доғаның ұзындығымен және созылатын хордамен арасындағы ең жоғары айырмашылық төмендегідей

$$\lambda_{\max} = \sqrt{\left(\frac{2}{k}\right)^2 + \frac{l}{\sin^2\left(\beta + \frac{\pi}{2}\right)}}. \quad (6)$$

Теңгеру қондырғысындағы бір жартылай толқынның теңгерушілік қабілеттілігі төмендегідей болып анықталады

$$\lambda = \frac{\lambda_{\max/\beta=\beta_2} - \lambda_{\max/\beta=\beta_1}}{2}. \quad (7)$$

6-шы теңдеуді шешу үшін k коэффициентінің мағынасын белгілеп, анықтап алған жөн. Дөңгелек буынды шынжырдың кеңістіктегі майысуларын еске ала, былай дейтін болсақ, жетекті — тасу органының аз бұрыштағы (3–4°) майысу кезінде, конвейердегі қабаттасқан катпарлардың арасындағы үйкеліс күші өте аз деп есептеп, әрі теңгеру қондырғысындағы қозғалтқыштардың көлденең әсері бірқалыпты деп қарастырсақ, онда жетекті-тасу органындағы майысу бөлігін, бойлық созылыс кезіндегі төсемнің жол бойы жүктемесінің өзгеруі ретінде қараймыз, сонымен майысу кезіндегі жетекті-тасу органының серпінді модулін, созылыс кезіндегі серпінді модульдің шамасына жақындастырып теңестіреміз де сол бетінде қабылдаймыз.

Сонда

$$EI_0 \cong \frac{SI_0}{\varepsilon F_0} = \frac{I_0 \sqrt{S}}{\alpha F_0}, \quad (8)$$

қайда F_0 -жетекті-тасу органының көлденең қимасы-

ның алаңы, m^2 ;

ε -жетекті-тасу органының салыстырмалы ұзаруы, эксперимент жүзінде анықталады.

Шекаралық жағдайға байланысты алатынымыз

$$x = \frac{l}{2} \text{ біздегі бары } \varphi = 0; S = S_{\left|x=\frac{l}{2}\right.}.$$

Сонда (1) және (8) теңдеулерден табатынымыз

$$K_{\left|x=\frac{l}{2}\right.}^2 = \frac{\sqrt{S_{\left|x=\frac{l}{2}\right.}} \cdot \frac{l}{2} \cdot \alpha \cdot F_0}{I_0}. \quad (9)$$

Шекаралық жағдайға байланысты $x = 0$ біздегі бары $S = S_r = S_{cb}; \lambda_m = 0$.

Осыдан (6) теңдеуді қолдана табатынымыз

$$\frac{I_0}{F_0} = - \frac{\alpha l^2 \sqrt{S_{cb}}}{4 \sin^2\left(\beta + \frac{\pi}{2}\right)}. \quad (10)$$

(9) және (10) теңдеулерін (6) жазылымына қоятын болсақ, анықтайтынымыз

$$\lambda_{\max} = \frac{l}{\sin\left(\beta + \frac{\pi}{2}\right)} \cdot \left[1 - \left(\frac{S_{cb}}{S_{\left|x=\frac{l}{2}\right.}} \right)^{\frac{1}{2}} \right]^{\frac{1}{2}}. \quad (11)$$

Жалпы теңгеру қондырғысын орталық бұрышы бар қисық сызықты бөлік ретінде қарастырғандықтан, катпарлы конвейердің жетекті органындағы күштеулерді, осы қисық сызықты бөліктің қай нүктесінде болмасын анықтауға болады, оны бәрімізге белгілі майысқақ жіп (нить) үшін табылған Эйлердің формуласын қолданып шығарамыз

$$S_{n+1} = S_{\pi} \cdot e^{w_1 + w_2 \cdot x},$$

қайда W_1 — кедергі коэффициенті, цапфалардағы үйкелісті және бағыттамалар бойынша шығыршықтардағы тербеліс кедергісін еске алатын;

W_2 — шығыршықтардың қабырғаларының бағыттамаларға үйкеліс коэффициенті;

α — айналым (обхват) бұрышы, рад.

Егерде теңгеру қондырғысында (-20)–(+10)% шамасында жүктемелердің өзгерулері пайда болған жағдайда, қосымша серпінді өзгерістер байқалмаса, онда оның орнатылған нүктесінде былай деп анықтауға болады

$$S_{\left|x=\frac{l}{2}\right.} = S'_{cb,p} \cdot \exp \left[W_1 + W_2 \frac{l \lambda m_0}{2 R_0} \right], \quad (12)$$

қайда $R_0, \lambda m_0$ — дөп келуі бойынша қисықтың радиусы және теңгеру қондырғысындағы доғаның ұзындығымен созылатын хордасының орташа жағдайда болған кезіндегі ең жоғарғы айырмашылық, м;

$S'_{cb,p}$ -қозғалтқыштың жүгіріс нүктесіндегі есептелген күштеу, пайдалану әлпісіндегі өзгерістерге дөп келеді, Н.

Козгалқыштың жүгіріс нүктесіндегі күштеу, жеткізгіштің органында қосымша серпінді өзгерістер пайда болғанда, мүмкін өзіне тән бір жағдайға ие болып, нақты $S'_{cb.D}$ шамасы болатын шығар, сондықтан теңгеру қондырғысы жұмысын атқара отырады да және мынадай күштеуді ұстауға ұмтылады $S_{ix=\frac{1}{2}}$, (12)

формулаға келісе отыра осыны анықтаймыз. Осы кездегі шамасын анықтайтын болсақ

$$S_{ix=\frac{1}{2}} = S'_{cb.D} \cdot \exp \left[W_1 + W_2 \cdot \frac{l + \lambda m_0 \pm 2\lambda}{2R} \right].$$

Осы уақытқа дейін өзімізге белгілі болғандай, құрылғының кейбір өлшемдері бойынша $l = 5,8$ м; $\varphi_m = 15^\circ$; $\beta = 50^\circ$ мынадай (7), (11) және (3) жазылымдарын қолдана отыра, іздеген өлшемдерімізді оңай табуымызға болады.

Теңгеру қондырғысындағы қозғалатын бөлшектердің барлық массасы 10–20% құрайды, бұл теңгеру қондырғысындағы өнбойы бойынша жүктермен келетін массаларын да қосып алғандағысы. Сонда қозғалатын элементтерінің массаларының қосындысы, П-30 конвейеріндегі теңгеру қондырғысының бір бөліктегісі бойынша, төмендегідей болып анықталады

$$m_{n.3} = K_1 \cdot L_{l\beta=co} + \lambda \cdot q + q_0 / g = \\ = 1,15 \cdot 8,8 + 1,2 \cdot \frac{415}{10} = 480 \text{ кг},$$

бұл дегеніміз шамамен, көлденең (аз еңісті) конвейердің бір жүйе астындағы (қозғалтқыш өзінің қамтамасыз ететін бөлігінде) келіп түсетін қозғалатын бөлшектердің барлық массасынан 3–5 % құрайды;

мұнда K_1 — коэффициент, теңгеру қондырғысының құрылғысының қозғалатын бөлшектерінің массасын есептейтін.

Теңгеру қондырғысындағы бір жартылай циклдағы уақыт, төсемнің ең жоғарғы жылдамдығында 3 м/с, келесідей формуламен анықталады

$$t_{n.4} = \frac{L_{l\beta=60^\circ} + \lambda}{v_{\max}} = \frac{8,8 + 1,2}{3} \approx 3 \text{ с}.$$

Сонда үдеудің ең шектеулі рұқсат етілген мағынасы, сояуыштың қозғалысының тең үдеулі жағдайында және соңғысының ең жоғарғы жүрісінде 0,8 м болған кезінде, мынадай формуламен анықталады

$$\alpha_{\max} \frac{l_1}{t_{n.4}^2} = \frac{0,8}{10,9} = 0,07 \text{ м/с}^2.$$

Ең жоғарғы пәрменді жүктеме, теңгеру қондырғысы жұмыс атқарып тұрған кезінде, төмендегідей құрайды

$$S_{DNI} = m_{n.3} g \alpha_{\max} = 480 \cdot 10 \cdot 0,07 = 0,33 \text{ кН}.$$

Бұл жүктеме туындау нүктесінен өткен кезде, жұмыс атқарып тұрған төсемнің өнбойында төмендегідей арақашықтықта сөнеді

$$\Delta l = + \frac{S_{DNI}}{W_{DNC}^{yD}} = \frac{0,33}{0,145} = 2,3 < \frac{l}{2} + l_{nep} = 6,1 \text{ м},$$

қайда l_{nep} — өтпелі секция қойылымының ұзындығы; $l_{nep} = 3,3$ м.

Осыдан айтарымыз, теңгеру қондырғысы жұмыс атқарған кезде туындайтын пәрменді импульс, аралас қозғалтқыштарға жетпейді, міне сондықтан да жетек шынжырында шаршаушылық түрін байқатпайды әрі тез желінуге ықпал жасамайды.

СӘБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Сагинов А.С., Данияров А.Н., Акашев З.Т. Основы проектирования и расчета карьерных пластинчатых конвейеров. Алма-Ата: Наука, 1984. 328с.
2. Кильчевский Н.А. Теория соударения твердых тел. Киев, 1969. 246с.

УДК 629.113.004

А.С. ЖОМАРТ
С.Ж. КАБИКЕНОВ

Использование моделирования при ремонте автомобилей

Эффективное решение вопросов оперативно-производственного планирования и управления имеет важнейшее значение в различных отраслях народного хозяйства. Это связано с эффективностью производства, уровнем материальных и трудовых затрат, производительностью труда и т.д. Рассмотрим вопросы применения математического моделирования при оперативно-производственном планировании и управлении применительно к ремонту автомобилей в автотранспортных предприятиях (АТП). Оперативное руководство работами технической службы АТП осуществляется группой управления отдела управления производством (ОУП).

Оперативное планирование, регулирование, учет, контроль выполнения ремонтов автомобилей осуществляется диспетчером ОУП, его помощниками и производится с помощью информации «Оперативного

сменного (суточного) плана». Такое планирование ремонтов автомобилей в АТП базируется на следующих основных предпосылках:

а) любой автомобиль, поступивший в систему обслуживания, рассматривается как сложная заявка в общей очереди;

б) интегральным признаком каждой заявки являются ее диспетчерская и технологическая характеристики;

в) при планировании учитываются все автомобили, которые должны поступить в систему в соответствии с календарным планом ТО-2.

При составлении «Оперативного... плана» мы исходили из следующих условий. АТП (система) имеет M обслуживающих каналов с N специализированными постами в каждом.

Постановка автомобилей на ремонт производится

по заявке. При этом автомобиль может иметь одну или несколько неисправностей, устраняемых на одном или нескольких каналах. Каждая заявка обслуживается на каналах в любой последовательности. При необходимости заявка может включать повторное обращение к одному и тому же каналу. На каждом посту одновременно обслуживается не более одной заявки, и каждая заявка обслуживается не более чем на одном канале.

На основе нормативных трудоемкостей работ, наличия необходимого технологического оборудования в АТП, обеспеченности трудовыми и материальными ресурсами, а также имеющегося практического опыта диспетчером ОУП определяется плановое время обслуживания i -й заявки на j -м канале. Время обслуживания каждой отдельной заявки на любом посту может быть продлено на любой срок.

Основной задачей ОУП является построение рационального по быстродействию расписания процесса обслуживания всех поступающих на ремонт заявок. Для ее успешного решения используем теорию расписаний. Время перехода автомобилей с поста на пост и переналадок на постах предположительно равно нулю: план должен быть оптимальным по критерию минимального простоя автомобилей в ремонте.

Диспетчеру приходится сталкиваться с необходимостью принятия решений в условиях неопределенности, ввиду ограниченного объема информации. Поэтому целесообразно использовать для составления плана процессы конструирования сетевого графика и расчетов соответствующих временных характеристик.

Сетевой график создается пошаговый и на каждом шаге осуществляется выбор очередной операции из множества возможных вариантов. От точности выбора зависит в дальнейшем качество получаемого расписания процесса обслуживания заявок. Выбор операции должен производиться при полном учете имеющейся информации. С другой стороны, степень полноты учета такой информации определяет скорость построения отдельного расписания (или числа допустимых расписаний), генерируемых за достаточно малый промежуток времени.

По быстродействию и качеству получаемых расписаний известны различные генераторы. Применительно к конкретной задаче можно отобрать генераторы, использующие разнообразные правила предпочтения (приоритеты) и получить достаточно хорошие (рациональные) расписания, приемлемые для работы.

Программные генераторы допустимых расписаний могут быть использованы для решения данной задачи, которая в любой момент времени, при появлении новой заявки и завершении работы на посту, практически является новой (задача динамическая). Подобное положение вызывает серьезные затруднения оптимизации: заблаговременно оценить эффективность использования генератора при решении задачи практически невозможно. Поэтому перспективным направлением является автоматическое конструирование в процессе решения конкретной задачи генератора расписаний с учетом ее специфики.

Для решения основной задачи ОУП целесообразно использовать следующие генераторы расписаний:

1. Генератор, использующий правило «Обслуживается заявка в наиболее загруженном канале с мини-

мальным временем ремонта».

2. Генератор, использующий правило «Обслуживается заявка в наиболее загруженном канале с максимальным временем ремонта».

3. Генератор, использующий правило «Обслуживается заявка с наибольшим оставшимся временем предполагаемого нахождения в системе с максимальным временем ремонта».

4. Генератор, использующий правило «Обслуживается заявка с наибольшим оставшимся временем предполагаемого нахождения в системе с наименьшим временем ремонта».

5. Генератор, использующий правило «Обслуживается заявка в наиболее загруженном канале и с наибольшим временем предполагаемого нахождения в системе».

6. Генератор, использующий правило «Обслуживается заявка в наиболее загруженном канале и с наименьшим временем предполагаемого нахождения в системе».

При составлении расписания выявляются два параметра: минимальное суммарное время нахождения заявок в системе (является основным); минимальное время выпуска последней заявки из системы (в случае, если первый параметр окажется одинаковым). При составлении следующих конкурентоспособных расписаний эти два параметра постоянно контролируются и в случае получения на p -м шаге худшего расписания, процесс генерирования завершается. Таким образом, за достаточно небольшой промежуток времени можно получить расписание, близкое к оптимальному (для динамической задачи при ограниченном характере информации). Предлагаемый алгоритм моделирования «Оперативного... плана», реализуемый на ПЭВМ позволяет определить рациональное расписание ремонта автомобилей не только в деловой игре, но и в реальных условиях АТП. Данный алгоритм рационального оперативно-производственного планирования и управления может быть использован в различного рода деловых играх и практической деятельности с динамическим планированием принятия решений при ограниченном объеме информации.

Рассмотрим применение моделирования в деловой игре по оперативному управлению производством ремонта в АТП. Исходные данные включают следующие параметры. Зона ТР АТП работает с 8⁰⁰ до 17⁰⁰ часов с перерывом на обед с 12⁰⁰ до 13⁰⁰. Производственная база АТП, для которой ведется планирование, включает в себя 5 каналов обслуживания, равнозначных с точки зрения технологической очередности выполнения работ.

Зона ТР состоит из следующих каналов обслуживания:

- 1) ремонт двигателя и его систем — 3 поста;
- 2) ремонт трансмиссии (сцепления, коробки пере-
дач, карданной и главной передач) — 3 поста;
- 3) ремонт рулевого управления и переднего моста — 2 поста;
- 4) ремонт электрооборудования — 1 пост;
- 5) ремонт тормозной системы — 1 пост.

Время прибытия автомобилей в зону ТР, перечень неисправностей и трудоемкость выполнения работ моделируются на ПЭВМ.

Имея все исходные данные, диспетчер в процессе работы заполняет «План объемов работ зоны ТР», общий вид которого представлен в табл.1.

На базе «Плана объемов работ...» при помощи математического моделирования на ПЭВМ определяются рациональные расписания ремонта автомобилей на постах, и диспетчером заполняется «Оперативный сменный (суточный) план», фрагмент которого представлен на рис.1.

На «Оперативном плане...» наносится плановый отрезок времени, в течение которого пост будет занят выполнением ремонтных работ. Для удобства работы внутри этого отрезка следует указать номер заявки и записать время начала и конца ремонта на данном посту. Дальнейшая процедура составления «Опера-

тивного плана...» заключается в перестановке автомобилей с канала на канал обслуживания, добиваясь этим минимальных простоев автомобилей, с одной стороны, и минимальных простоев постов, с другой.

Одновременно с «Оперативным планом...» заполняется «Последовательность выполнения заявок на постах ремонта», фрагмент которой представлен на рис. 2. При этом по каждой заявке строится луч, длина которого соответствует времени ремонта на канале, а цифра в кружке – номер поста, далее указывается, на какой пост автомобиль перемещается и т.д.

По окончании работ (по сетке времени 17⁰⁰ час) составляется последний документ оперативного планирования ремонта — «Время занятости постов зоны ТР» (табл. 2). После окончания составления «Оперативного

Таблица 1

ПЛАН ОБЪЕМОВ РАБОТ ЗОНЫ ТР

Номер заявки (номер автомобиля)	Время поступления заявки	Время начала ремонта	Работа по агрегатам, системам, чел-мин.									Время окончания ремонта	Примечание**
			Двигатель	Система питания	Сцепление	Коробка передач	Карданный вал	Рулевое управление	Передний мост	Тормозная система	Электрооборудование		
1	8 ⁰⁰	8 ⁰⁰	40*					20				9 ⁰⁰	
2	8 ⁰⁰	8 ⁰⁰				180				40		11 ⁴⁰	
...	...	и т.д.				...				...		...	

* – трудоемкость, заключенная в кружок, означает, что работы по данному агрегату, системе приняты к выполнению или выполнены.

** – в примечании указывается, ремонт каких автомобилей не заканчивают за время работы, переносят на другую смену, причины переноса и т.д.

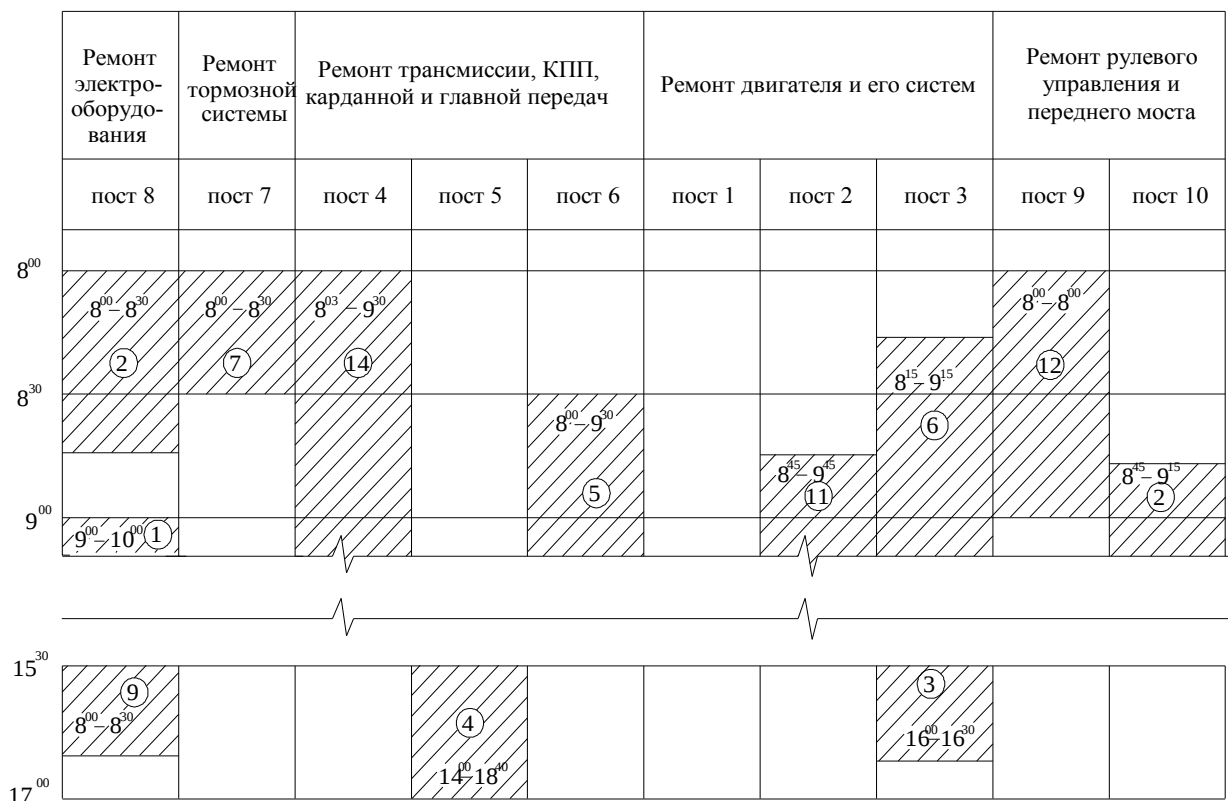


Рис. 1. Фрагмент «Оперативного сменного (суточного) плана»

Номер заявки (номер автомобиля)	Сетка времени, мин											
	8 ⁰⁰	8 ¹⁵	8 ³⁰	8 ⁴⁵	9 ⁰⁰	9 ¹⁵					16 ⁰⁰	16 ¹⁵
1							—	—				
2							—	—				
3							—	—				
и т.д.						—	—					

Рис. 2. Фрагмент «Последовательности выполнения заявок на постах ремонта»

Таблица 2

ВРЕМЯ ЗАНЯТОСТИ ПОСТОВ ЗОНЫ ТР

Номер поста	Время работы, мин	Время простоя, мин	Примечание
1	480	–	–
2	240	240	ПОЗДНЕЕ ПРИБЫТИЕ АВТОМОБИЛЕЙ
3	и т.д.		

плана...» работники ОУП совместно проверяют его правильность, анализируют и оценивают эффективность, учитывая при этом количество автомобилей,

завершивших ремонт в срок, и автомобилей, оставшихся в незавершенном производстве или с невыполненными работами.

УДК 625.031

С.М. БИТТИБАЕВ
К.В. МУКАШЕВА
С.Ш. КАРАСАЙ
А.Т. МАХАБАЕВА

К вопросу динамики железнодорожного пути с неровностями

Динамическое воздействие подвижного состава на железнодорожный путь вызывает серьезные трудности при проведении прочностных расчетов, которые связаны, прежде всего, с нелинейным характером воздействия вертикальных сил инерции необрессоренных масс колеса и нелинейностью деформаций подрельсового основания. При этом степень динамического воздействия на рельсы зависит от продольного профиля пути.

В практических методах расчета пути на прочность динамический расчет сводится к статическому, и вертикальное усилие R , передаваемое от колеса на рельс, принимается в его максимально возможном значении. Так, в Правилах расчета железнодорожного пути на прочность рельс рассчитывается по напряжениям изгиба на действие вертикальных сил, приложенных по оси симметрии рельса [1]. Влияние различного рода несовершенств, связанных с внецентренным приложением сил, подуклонной рельсов, непрерывной неровностью на поверхности катания рельсов, учет действия горизонтальных поперечных сил осуществляется введением поправочных коэффициентов, которые, как правило, принимаются пропорциональными квадрату скорости. При этом предполагается безотрывность движения колес по рельсам и используется принцип суперпозиций при действии на рельс системы подвижных грузов. Определенная

условность и ограниченность подобных предпосылок очевидна [2].

Существенные влияния на динамику пути оказывает различного рода неровности на поверхности катания головок рельсов (дефекты 40, 47, 49), которые способствуют, с одной стороны, возникновению нелинейных вынужденных колебаний рельсов, а с другой, что не менее опасно, ускорению развития контактно-усталостных поперечных трещин в головке рельсов (дефекты 20, 21). Так, исследованиями ВНИИЖТа установлено, дефекты 11 и 21 главным образом располагаются на впадинах восходящей ветви продольной неровности и на ее вершине, т.е. в зонах, характеризующихся повышенными динамическими воздействиями колес. При этом увеличение жесткости подрельсового основания (железобетонные шпалы) может вызвать повышенный рост глубины неровностей, если не принимать дополнительные меры по улучшению содержания пути (установка прокладок повышенной упругости и др.)

Волнообразные неровности (короткие волны) головки рельсов — дефекты 49 — вызывают увеличение интенсивности накопления остаточных деформаций в балластном слое, что сопряжено с дополнительными затратами на выправку пути по уровню, доля которых может достигать 54–62, 130–150% стоимости работ при текущем содержании пути соответственно при

деревянных и железобетонных шпалах и уклоне неровностей 4‰.

Одновременно, как указывалось выше, повышаются поврежденность рельсов дефектами контактно-усталостного происхождения и их одиночный выход из строя, а движение вагонов по такому пути способствует значительному снижению силы тяги локомотивов, т.е. перерасходу электроэнергии и топлива. Для улучшения состояния поверхности катания рельсов, которое определяется длиной, глубиной и формой неровностей предусматривается профильная шлифовка. Опыт ряда зарубежных стран (США, Канада, Франция, Германия и др.) показывает, что периодической шлифовкой срок службы рельсов можно повысить в 1,5–2 раза. Однако, как показывают исследования ВНИИЖТа, при отсутствии тщательно подготовленных технологий обработки рельсов РШП (рельсо-шлифовальный поезд) полной выгоды не дает [3].

Необходимы дальнейшие исследования, в том числе по определению влияния на работоспособность рельсов их «ремонтных профилей» в различных условиях эксплуатации. Первые систематические исследования влияния отступления колеса от круглой формы и рельса прямолинейности на динамические напряжения в рельсах, лежащих на упругом основании, были выполнены Н.П. Петровым и С.П. Тимошенко [4]. Как известно, при исследовании колебаний механических систем используются уравнения Лагранжа второго рода для неконсервативных систем в виде [5]

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_j} \right) + \frac{\partial U}{\partial q_j} + \frac{\partial \Phi}{\partial \dot{q}_j} = Q_j^x \quad (j = 1, 2, \dots, k), \quad (1)$$

где Q_j^x — обобщенная вынуждающая сила, являющаяся явной функцией времени;

$Q_j^x = Q_j t$ и не зависит от состояния системы (от обобщенных координат и обобщенных скоростей);

$Q_j^u = -\partial U / \partial q_j$ — потенциальная сила (восстанавливающая сила, т.е. сила, стремящаяся вернуть систему в исходное положение);

$Q_j^p = -\partial \Phi / \partial \dot{q}_j$ — сила сопротивления (диссипативная сила).

Переходя к квадратичным формам T , Φ и U и удерживая в разложении члены до второго порядка относительно i , получаем линейные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами:

$$\sum_{j=1}^k \left(a_{ij} \ddot{q}_j + b_{ij} \dot{q}_j + c_{ij} q_j \right) = Q_i^x, \quad (2)$$

где Q_{ij} — коэффициенты инерции;

B_{ij} — коэффициенты сопротивления;

C_{ij} — коэффициенты жесткости.

При этом динамику железнодорожного пути с неровностями можно рассматривать как движение нелинейной системы с одной степенью свободы, находящейся под воздействием $P(t)$, которые в общем случае описываются уравнением

$$a\ddot{q} + F(q, \dot{q}) = P t \quad (3)$$

или в частности

$$a\ddot{q} + F(q, \dot{q}) + F_0(q) = P(t). \quad (4)$$

Решение этих уравнений представляет значительную сложность. На практике прибегают к определенным упрощениям, принимая или отсутствующими диссипативные силы ($F=0$), или принимая линейно одну из функций F .

Так, если нелинейность определяется только восстанавливающей силой, то уравнения, описывающие вынужденные колебания, могут быть представлены в виде

$$\ddot{q} + r\dot{q} + \omega_c^2(q + \mu q^3) = Q^0 \sin \omega t. \quad (5)$$

В этой системе наряду с гармоническими колебаниями, происходящими с частотой вынуждающей силы ω , одновременно происходят колебания с частотами $m\omega$ (супергармонические колебания) и могут произойти колебания с частотами ω/n (комбинационное колебание), вызванные неровностями на поверхности катания головки рельса.

Таким образом, можно отметить, что динамика железнодорожного пути с неровностями является сложной нелинейной задачей, при которой нелинейность связана как с нелинейностью восстанавливающей силы, так и с нелинейными силами сопротивления, обусловленными, прежде всего, различного рода неровностями в очертании колеса и рельса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Основы устройства и расчета железнодорожного пути / Под ред. С.В. Амелина и Т.Г. Яковлевой. М.: Транспорт, 1990. 367 с.
2. Биттибаев С.М. О динамических воздействиях подвижного состава на рельс: Сб. науч. трудов «Прочность материалов и конструкций на транспорте». Алматы, 1996. Т. III. С. 40–52.
3. Крысанов Л.Г., Рейхард В.А., Абдурашитов А.Ю., Григорьев В.М. Особенности профильной шлифовки рельсов // Путь и путевое хозяйство. 1998. №2. С. 8–10.
4. Тимошенко С.П. Прочность и колебания элементов конструкций. М.: Наука, 1975. 704 с.
5. Филин А.И. Прикладная механика твердого деформируемого тела. М.: Наука, 1981. Т. III. 480 с.

УДК 625.032:624.096

С.М. БИТТИБАЕВ

Некоторые проблемы живучести транспортных конструкций

Транспортная техника относится к сложным техническим системам повышенной опасности. Причем опасность хрупкого разрушения в процессе эксплуа-

тации является следствием усталостного и коррозионно-усталостного разрушений, которые являются основными причинами отказов транспортной техни-

ки [1]. Одной из важнейших проблем железнодорожного транспорта являются проблемы повышения живучести, связанные с повышением несущей способности и прогнозированием долговечности элементов эксплуатируемых конструкций и сооружений [2].

До 40-х годов практически не обсуждалась возможность разрушения транспортной техники под действием многократно повторяющихся переменных нагрузок. В 40–50 годы считали, что эти нагрузки вызывают накопление усталостных повреждений до критической величины, после которого происходит мгновенное разрушение конструкций. Это был первый подход к проектированию конструкций, основанный на эксплуатации без повреждений, при котором опасным состоянием конструкций считают появление трещины. Нормы и требования органов Госгортехнадзора базируются на концепции, когда считается, что «все трещины опасны» и «работа с трещинами недопустима». С 80-х годов начинается внедрение в практику проектирования нового подхода механики разрушения — концепции безопасной поврежденности, базирующейся на учете переменного характера нагрузки и наличии регламентируемых повреждений в конструкции.

Физическим критерием при этом подходе служит трещина, вызывающая вполне определенное предельное состояние, которое может быть связано с потерей прочности или с другими опасными последствиями, это:

- трещина, оказавшаяся «стартером» внезапного разрушения конструкций (динамическое развитие трещины), пластическое деформирование которых блокируется низкой температурой;
- трещина, с развитием которой возникает угроза опасного снижения сопротивления разрушению в связи с потерей устойчивости пластичных элементов при сжатии или при сдвиге.

На пути практического применения принципа безопасной поврежденности имеются существенные трудности, связанные как с определением сопротивления усталостному разрушению и трещиностойкостью материалов, так и созданием норм дефектности конструкций с повреждениями [3].

Безопасная эксплуатация транспортной техники предполагает определенные требования, а именно:

- возможность выявления трещины на ранней стадии развития (докритический рост трещин);
- установление допустимых и критических параметров трещины;
- определение безопасного интервала эксплуатации между обнаружением трещины и ее критическими размерами (длительность периода безопасной эксплуатации, достигающей 60–90% общего ресурса изделия);
- установление периодичности инспекции с учетом возможного пропуска дефектов.

Все дефекты, которые остаются за пределами возможностей средств контроля (ультразвуковые, магнитные, акустикоэмиссионные и др.), остаются не обнаруженными и представляют потенциальную опасность для эксплуатации.

Анализ случаев катастрофического разрушения

транспортных конструкций показывает, что причиной разрушения является распространение трещин, образующихся как на стадии изготовления элементов, так и в процессе эксплуатации. Скорость зарождения и распространения трещин определяется характером нагрузки, средой, температурой эксплуатации, параметрами конструкции и особенностями структуры конструкционных материалов. Если учесть, что в настоящее время многие эксплуатируемые транспортные конструкции и системы достигли проектного ресурса или близки к нему, то вопрос оценки живучести и фактического остаточного ресурса становится важнейшей проблемой.

Прогнозирование долговечности и остаточного ресурса (остаточной прочности) транспортных конструкций связано с решением трех проблем: определением внешних сил, расчетом напряженного состояния и нормированием допускаемых напряжений. При этом определяющая роль отводится нормированию допускаемых напряжений.

Решение этой важной задачи, обеспечивающей безопасность и надежность работы конструкций, основывается на методах механики разрушения, занимающейся закономерностями зарождения и распространения дефектов типа трещин.

При расчете элементов конструкций на циклическую долговечность методами механики разрушения остаточный ресурс конструкции соответствует такому значению числа циклов N^* нагружения, при котором длина трещины или раскрытие в вершине трещины σ достигает критического значения. При этом предполагают, что дефекты, для которых N^* не превышает расчетный ресурс работы конструкции, не приведут к ее преждевременному разрушению и являются безопасными. Необходимые для расчета характеристики трещиностойкости при циклических нагрузках определяются по кинетическим диаграммам усталостного разрушения (КДУР). Для ряда конструкционных материалов КДУР построены в координатах скорость роста трещин da/dN и в размахам циклического J -интеграла ΔJ . Интегрируя уравнение кинетики роста усталостной трещины, можно получить количество циклов до разрушения от величины исходной трещины. При этом установлено, что между размахом раскрытия трещины δ размахом ΔJ существует корреляционная зависимость через эквивалентное напряжение течения $\sigma_{эв}$. Остаточный ресурс и допустимые параметры трещин определяют по диаграммам живучести, построенным для четырех уровней нагружения (0,2; 0,4; 0,6; 0,8) σ_T [4].

Возможны различные методы определения остаточного ресурса:

- вычисление раскрытия вершины трещины методом эквивалентных напряженных состояний КИН;
- непосредственное интегрирование уравнения кинетики роста усталостной трещины. Однако, как показывают расчеты, определение остаточного ресурса элементов конструкций по критериям энергетического J -интеграла и деформационного δ -раскрытия вершины трещины дает результаты, наиболее близкие к имеющимся экспериментальным данным [2].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Биттибаев С.М., Аульбеков Б.Т., Алипбаев М.К. Циклическая долговечность высоконагруженных элементов конструкций // Тез. докл. III Междунар. конф. «Проблемы прочности материалов и сооружений на транспорте». Спб., 1995. С. 28–30.
2. Биттибаев С.М., Бихожаева Г.С. Оценка остаточного ресурса рельсов по диаграммам живучести // Тез. докл. II Междунар. науч.-техн. конф. «Актуальные проблемы развития железнодорожного транспорта». М.: МИИТ, 1966. Т. II. С. 78–79.
3. Биттибаев С.М., Аульбеков Б.Т., Курганов Р.А. Концепция безопасной поврежденности в расчетах металлических мостовых конструкций // Труды Междунар. симпозиума, посвященного 100-летию со дня рождения К.П. Сатпаева. Ч III. Алматы, 1999. С. 49–52.
4. Биттибаев С.М., Омаров А.Ж., Курганов Р.А., Исабеков С.Б. Некоторые проблемы моделирования эксплуатационных нагрузок // Труды I-го Центрально-Азиатского геотехнического симпозиума. Астана, 2000. Т. II. С. 742–744.

УДК 622.0025:621.314.632

Б.Н. ФЕШИН

Супервизорное управление электроприводами горнодобывающих машин

Проблема оптимального управления режимами работы горнодобывающих машин нашла отражение в трудах А.М. Терпигорева, А.А. Скоринского, А.В. Докукина, А.И. Берона, Е.З. Позина, В.М. Бермана, И.А. Цетнарского, В.Ф. Бырьки, Э.Г. Крауса, Е.С. Траубе, И.В. Крюкова, П.Д. Гаврилова, Е.К. Ещина, И.В. Брейдо и многих других ученых в бывшем СССР, странах СНГ и за рубежом.

Существуют экспериментальные и серийные системы управления, реализующие различные алгоритмы управления отдельными машинами и комплексами ГДМ (горнодобывающих машин). Но по многим причинам, связанным со спецификой подземного горного производства, остаются актуальными возможные решения, обеспечивающие минимизацию динамической нагруженности элементов ГДМ при условии обеспечения заданного уровня надежности машин и элементов систем управления в течение периода долговечности ГДМ.

Один из возможных путей решения анализируемой проблемы рассматривается в настоящей работе на основе принципов супервизорного управления ГДМ как большими сложными системами. Понятия «супервизорные системы управления», «супервизорный режим управления», «супервизор в САУ» в справочной [1, 2, 3] и регламентирующей [4, 5, 6] литературе отсутствуют, но в монографической, учебно-методической [7] и периодической печати [8] они упоминаются все чаще. В вычислительной технике и программировании цели и функции супервизора как части программного обеспечения (ПО) ЭВМ давно определены [10, 11]. Качественно новый виток развития современной теории управления на базе средств вычислительной техники и микропроцессорных систем позволяет создавать децентрализованные иерархические САУ и ставить перед ними задачи многокритериальной оптимизации, при этом супервизор в подобной САУ является частью специализированного ПО. Будем понимать под супервизорной многосвязной системой автоматического управления АЭП ГДМ комплекс ГДМ, их локальные АЭП, средства получения, хранения и передачи контрольной и управляющей информации, управляющую вычислительную машину (или ПЭВМ с устройствами ввода/вывода и другим периферийным оборудованием), общее и специализированное программное обеспечение, позволяющее в режиме реального и разделенного времени

осуществлять сбор измеряемой информации о состоянии АЭП ГДМ и, в зависимости от состояния АЭП ГДМ, управление локальными АЭП ГДМ в супервизорном режиме.

Режим супервизорного управления в [7] определен как процесс выработки УВМ заданий для локальных САУ. В настоящей работе под режимом супервизорного управления МСАУ понимаются более широкие возможности, в частности: постоянное «слежение» за состоянием АЭП ГДМ в режиме реального времени; прогнозирование значений неизмеряемых координат АЭП ГДМ путем решения задач многомерной фильтрации, восстановления и предсказания с помощью алгоритмов Калмана-Бьюси; оценка адекватности математических моделей АЭП ГДМ; прогнозирование состояния АЭП ГДМ путем имитационного моделирования режимов работы АЭП ГДМ параллельно с выполнением упомянутых выше функций; формирование оптимальных многосвязных управлений АЭП ГДМ по выбранным функционалам. Эти управления используются для выработки согласованных задающих воздействий локальных АЭП угледобывающих машин, конвейерных установок, маслонасосных станций; прогнозирования состояния АЭП ГДМ при применении оптимальных управлений; принятия решения об отклонении целевых функций от допустимых диапазонов. Супервизором в многосвязной системе управления является комплекс алгоритмов и программ для управления АЭП ГДМ как объекта иерархической и многосвязной САУ, предназначенной для многокритериального управления ГДМ по минимуму динамической нагруженности с целью сохранения остаточного ресурса (долговечности) ГДМ. В программном обеспечении супервизорной системы управления супервизор является центральным ядром. В операционной системе ЭВМ супервизор выполняет функции обеспечения централизованного управления и связи воедино всех обслуживающих программ [11], распределяет ресурсы и услуги вычислительной машины между пользователями.

Во многом аналогичные функции реализует супервизор в комплексе специализированного программного обеспечения (СПО) супервизорной системы управления. Это – контроль и управление специализированным ПО; организация связей между программами СПО, защита СПО от несанкционированного доступа и контроль времени работы СПО с опера-

тивной памятью и каналами ввода/вывода УВК (или ПЭВМ); обслуживание СПО путем определения (вы-

числения) приоритетов и последовательности работы элементов СПО.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочник по теории автоматического управления / Под ред. А.А. Красовского. М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. 712 с.
2. Агапиев А., Милашенко В. Программа быстрого преобразования Фурье для устройств автоматизации на базе процессора TMS320 // СТА (Современные технологии автоматизации). М.: СТА Пресс, 1999. №4. С. 66–69.
3. Топчиев Ю.И. Атлас для проектирования систем автоматического регулирования: Учебное пособие. М.: Машиностроение, 1989. 752 с.
4. Теория управления. Терминология. Вып. 107. М.: Наука, 1988. С. 56.
5. ГОСТ 20913-75. АСУ ТП. Стадии создания. М.: Изд-во стандартов, 1975. С. 11.
6. Наладка средств автоматизации и автоматических систем регулирования: Справочное пособие / Под ред. А.С. Ключева. М.: Энергоатомиздат, 1989. 368 с.
7. Лукас В.А. Теория автоматического управления: Учебник 2-е изд., перераб. и доп. М.: Недра, 1990. 416 с.
8. Гуртовцев А.Л. Комплексная автоматизация энергоучета на промышленных предприятиях и хозяйственных объектах // СТА (Современные технологии и автоматизация). М.: СТА Пресс, 1999. №3. С. 34–47.
9. Буянов Б.Б. и др. Построение систем подготовки управляющих решений с использованием имитационного моделирования // Приборы и системы управления. М., 1996. №12. С. 36–40.
10. Мартин Дж. Программирование для вычислительных систем реального времени. М.: Иностран. лит., 1975. 360 с.
11. Цикритзис Д., Бернштейн Ф. Операционные системы. М.: Мир, 1977. 330 с.

УДК 622.0025:621.314.632

Б.Н. ФЕШИН

Методика оценки влияния динамической нагруженности горнодобывающих машин на эффективность эксплуатации супервизорных систем управления автоматизированными электроприводами

В [1] функционал надежности работы горнодобывающих машин (ГДМ) — $J_{\delta N}(\sigma_N, T_d, \pi, \alpha_{oy}, Y, \beta)$ определен как зависимость вероятности безотказной работы ГДМ на период времени между двумя капитальными ремонтами от множества варьируемых факторов — условий работы машины, а функционал долговечности $J_{T_d}(\sigma_N, T_d, \pi, \alpha_{oy}, Y, \beta)$ — как зависимость периода времени (лет, часов), в продолжении которого с вероятностью не менее σ_{Nmin} ГДМ будет находиться в работоспособном состоянии и не потребует капитальных ремонтов. Экономически и технически достаточным является обеспечение установленных проектных уровней надежности σ_{Nn} и долговечности $\dot{O}_{\dot{A}_i}$ горных машин [2]. Исходя из этой установки, возможные диапазоны изменения J_{σ_N} и J_{T_d} равны

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{Nmin} &\leq J(\sigma_N, T_d, \pi, \alpha_{oy}, \gamma, \beta) \leq \sigma_{N_s} < 1, \\ T_{d_n} &\geq J_{T_d}(\sigma_N, T_d, \pi, \alpha_{oy}, \gamma, \beta) \geq T_{d_p}, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где T_{d_p} — период экономически окупаемой долговечности машины,

σ_{Nmin} — максимально возможный уровень надежности машины (на грани риска работы).

Глобальная цель управления автоматизированными (АЭП) ГДМ средствами иерархических супервизорных систем заключается в получении экономического эффекта Э от эксплуатации комплекса ГДМ за весь срок их функционирования, равный значению долговечности T_d наименее надежной машины из комплекса ГДМ.

Предположим, что для каждой машины из комплекса ГДМ имеется (на конкретный момент времени)

значение установленного уровня надежности σ_N и наработанного ресурса T_d . Если машина новая, то $\sigma_N = \sigma_{N_s}$, $T_d = T_{d_n}$. Для машины, прошедшей некоторый период эксплуатации, надежность не может быть более проектной, то есть $\sigma_N \leq \sigma_{N_s}$, а долговечность уменьшается на время, равное периоду эксплуатации T_{d_p} (наработанному ресурсу): $T_d = T_{d_n} - T_{d_p}$.

В работах [2, 3, 4] установлено, что надежность и долговечность горных машин зависит от интенсивности динамических процессов, происходящих в редукторах, электроприводах и конструктивных оболочках (корпусах) машин, но пока отсутствуют аналитические зависимости функционалов типа J_{σ_N} и J_{T_d} от множества варьируемых факторов $\{\sigma_N, T_d, \dots, \beta\}$. Если каким-либо способом удастся определить фактические значения σ_N и T_d для конкретных условий работы ГДМ, то эти значения могут быть использованы с целью прогнозирования режимов работы ГДМ, обеспечивающих сохранение σ_N и T_d на уровне $\sigma_N \geq \sigma_{Nmin}$, $T_d \geq T_{d_{эр}}$. В последующем отдельные значения σ_N , T_d в функции от существующих для них условий эксплуатации могут быть аппроксимированы графически и/или аналитически и использованы в супервизорной системе управления при выборе режимов работы машин. Воспользуемся предлагаемым в [4] косвенным подходом, позволяющим устанавливать связь между долговечностью машины и результатами управления ее динамической нагруженностью.

Расчетное значение долговечности T_d вращающихся деталей трансмиссии горных машин, обладающих заданной вероятностью безотказной работы σ_N , устанавливается зависимостью [2]

$$\dot{\alpha}_A = \alpha_1 \cdot \frac{N_o \dot{y}^{(1/q)}}{\omega \int_{M_{\min}}^{M_{\max}} M^q W(M) dM}, \quad (2)$$

где N_o — базовое число циклов нагружения для материала детали с учетом ее термообработки, технологии изготовления, размеров и формы;
 $M_{\max}$ — максимальный расчетный момент [3];
 $M_{\min}$ — минимально возможное значение момента;
 ω — угловая скорость детали;
 q — показатель системы, отражающий наклон кривой усталости;
 $W(M)$ — плотность распределения вероятностей момента нагрузки;
 α_1 — масштабный коэффициент для перерасчета T_d в час.

Предположим, что в памяти (базе данных) УВК зафиксированы исходные (проектные или достигнутые на рассматриваемый момент времени) параметры отдельных деталей машин σ_N , N_o , $M_{\max}$ и эти значения имеют первоначально одинаковые значения для случаев, когда машина работает:

- под управлением супервизорной многосвязной системы управления (вариант А1);
- управлением машиниста-оператора (вариант А2);
- управлением локальной АЭП (вариант А0).

Так как режим работы ГДМ обусловлен случайным характером изменения основного возмущения — сопротивляемости угля резанию, то ω и M в общем случае являются случайными процессами. Характеристики последних (математические ожидания, дисперсии, среднеквадратические отклонения) зависят от качества управления ГДМ машинистом, локальной АЭП или супервизорной многосвязной системы автоматического управления (МСАУ). Здесь находятся дополнительные резервы повышения долговечности управляемых ГДМ. Условие эргодичности процессов, происходящих в угольных забоях [5], позволяет считать справедливым следующее соотношение:

$$\int_{M_{\min}}^{M_{\max}} M^q W(M) dM \approx \left(\frac{1}{T} \right) \int_0^T M^q(t) dt, \quad (3)$$

где T — интервал усреднения.

Обозначим значение долговечности деталей вариантов ГДМ A_0 , A_1 , A_2 , соответственно, T_{d_0} , T_{d_1} , T_{d_2} и, учитывая (2), (3), определим отношения T_{d_1}/T_{d_0} и T_{d_1}/T_{d_2} . Опуская промежуточные выкладки, получим

$$T_{d_1}/T_{d_0} = \omega_0(t) \cdot M_0(t) / \omega_1(t) \cdot M_1(t), \quad (4)$$

$$T_{d_1}/T_{d_2} = \omega_2(t) \cdot M_2(t) / \omega_1(t) \cdot M_1(t). \quad (5)$$

Из (4), (5) следует, что значения долговечностей деталей ГДМ с различными вариантами управления обратно пропорциональны произведению угловых скоростей и моментов. При равных математических ожиданиях процессов $\omega_0(t)$, $\omega_1(t)$, $\omega_2(t)$ и $M_0(t)$, $M_1(t)$, $M_2(t)$ минимизация среднеквадратичных отклонений $\sigma\omega_1(t)$, $\sigma M_1(t)$ и $\sigma\omega_2(t)$, $\sigma M_2(t)$ позволяет повысить долговечность деталей, и соответственно ГДМ, в варианте управления A_1 по сравнению с вариантом A_0 и в варианте A_1 по сравнению с вариантом A_2 . Обобщая эти результаты на работу машин из комплекса ГДМ,

можно предположить, что контролируя реально измеряемые частоты вращения валов, например, для УМ, это частота вращения исполнительных органов $\omega_{1p_1} t$, $\omega_{5p_2} t$ и механизмов подачи $\omega_{3n}(t)$, и восстанавливая в УВК с помощью фильтров Калмана-Бьюси или путем имитационного моделирования моменты на тех же валах $M_{1p_1} t$, $M_{5p_2} t$, $M_{3p} t$, мы можем поместить информацию

$$Y(t) = \omega_{1p_1} t, \omega_{5p_2} t, \omega_{3p} t, M_{1p_1} t, M_{5p_2} t, M_{3p} t$$

в базу данных УВК (в базу апостериорной информации) за периоды времени Tr_t , равные: часу (Tc_c), смене (Tr_c), суткам (Tr_{cy}), неделе (Tr_n), месяцу (Tr_m), году (Tr_z). Обозначим $Tr_t = \{Tc_c, Tr_c, Tr_{cy}, Tr_n, Tr_m, Tr_z\}$.

Возможности супервизорных систем позволяют, кроме элементов $Yj(t) = \{Y_{um}(t), Y_{ku}(t), Y_{mnc}(t)\}$, по каждой машине размещать в базе данных информацию о длительности включения-работы машины $tj_{ep} = \{t_{y_{ep}}, t_{k_{ep}}, t_{mnc_{ep}}\}$ (где j принимает значение УМ (угледобывающие машины), КУ (конвейерные установки) и МНС (маслонасосные станции)).

В массивах $Yj(t)$, tj_{ep} программно-аппаратными средствами супервизорной МСАУ выделяются две группы элементов: первая, соответствующая детерминированным режимам работы (включение, выключение, работа на упор ...); вторая, стохастическая, соответствующая режимам нормальной эксплуатации ГДМ. По элементам стохастической группы организуются процессы вычисления характеристик случайных процессов $Yj(t)$, tj_{ep} на периодах времени Tr_t .

В детерминированных режимах работы ГДМ предотвращение аварийных ситуаций должны обеспечивать аппаратные, и если при этом частоты вращения валов $\omega_j(t)$ и моменты $M_j(t)$ не превысят предельных значений, то эти ситуации не должны привести к снижению ресурса ГДМ, поэтому в дальнейшем на надежность и долговечность ГДМ есть смысл оценивать только стохастическую группу $Yj(t)$, tj_{ep} . Продолжим рассмотрение вопроса на примере УМ.

1. На отдельных периодах времени Tr_t вычисляются математические ожидания, дисперсии и среднеквадратичные отклонения для $Yj(t)$. Затем из оценок периодов Tr_m , Tr_z выбираются минимальные и максимальные значения среднеквадратичных отклонений

$$\{\sigma\omega_{\max_{A_0}}(t), \sigma\omega_{\max_{A_1}}(t), \sigma M_{\max_{A_0}}(t), \sigma M_{\max_{A_1}}(t), \sigma\omega_{\max_{A_2}}(t), \sigma\omega_{\min_{A_2}}(t), \sigma M_{\max_{A_2}}(t), \sigma M_{\min_{A_2}}(t)\} = \sigma_{A_0, A_1, A_2}.$$

Если на рассматриваемом периоде УМ не работала в каком-либо из вариантов A_0 , A_1 , A_2 , то соответствующее значение σ_{A_0, A_1, A_2} выбирается из базы апостериорных данных из предыдущих по времени периодов или из базы априорных данных.

2. Вычисляются отношения отклонений минимальных и максимальных скоростей и моментов

$$\left. \begin{aligned} K_{\omega_{\max_{A_0 A_1}}} &= \sigma_{\omega_{\max_{A_0}}}(t) / \sigma_{\omega_{\max_{A_1}}}(t), K_{M_{\max_{A_0 A_1}}} = \sigma_{M_{\max_{A_0 A_1}}}(t) / \sigma_{M_{\max_{A_1}}}(t), \\ K_{\omega_{\min_{A_0 A_1}}} &= \sigma_{\omega_{\min_{A_0}}}(t) / \sigma_{\omega_{\min_{A_1}}}(t), K_{M_{\min_{A_0 A_1}}} = \sigma_{M_{\min_{A_0 A_1}}}(t) / \sigma_{M_{\min_{A_1}}}(t), \end{aligned} \right\} (6)$$

$$\left. \begin{aligned} K_{\omega_{\max_{A_1 A_2}}} &= \sigma_{\omega_{\max_{A_1}}}(t) / \sigma_{\omega_{\max_{A_2}}}(t), K_{M_{\max_{A_1 A_2}}} = \sigma_{M_{\max_{A_1 A_2}}}(t) / \sigma_{M_{\max_{A_2}}}(t), \\ K_{\omega_{\min_{A_1 A_2}}} &= \sigma_{\omega_{\min_{A_1}}}(t) / \sigma_{\omega_{\min_{A_2}}}(t), K_{M_{\min_{A_1 A_2}}} = \sigma_{M_{\min_{A_1 A_2}}}(t) / \sigma_{M_{\min_{A_2}}}(t), \end{aligned} \right\} (7)$$

3. Возможные диапазоны вариации значений долговечности УМ (в более общем случае любой машины из комплекса ГДМ и ГДМ в целом) рассчитываются отдельно для двигателей исполнительных органов и механизмов подачи:

$$T_{\bar{A}_{1p_1}} \leq T_{\bar{A}_{1p_1}} \leq T_{\bar{A}_{1p_1}}, \quad (8)$$

$$T_{\bar{A}_{1p_2}} \leq T_{\bar{A}_{1p_2}} \leq T_{\bar{A}_{1p_2}}, \quad (9)$$

$$T_{\bar{A}_{1p_n}} \leq T_{\bar{A}_{1p_n}} \leq T_{\bar{A}_{1p_n}}, \quad (10)$$

где $T_{\bar{A}_{1p_1}}, T_{\bar{A}_{1p_2}}, T_{\bar{A}_{1p_n}}$ — долговечность УМ при работе в варианте A_1 и вариации скоростей и моментов на валах двигателей Dp_1, Dp_2 и Dn .

В (6)–(8) значения долговечности, соответствующие работе с МСАУ, рассчитываются по отношению к проектному или существующему на конкретный момент времени значению долговечности в варианте A_0 по формулам

$$\left. \begin{aligned} T_{\bar{A}_{1p_1} \min} &= T_{\bar{A}_0} \cdot K_{\omega_{\min A_0 A_1 p_1}} \cdot K_{M_{\min A_0 A_1 p_1}}, \\ T_{\bar{A}_{1p_1} \max} &= T_{\bar{A}_0} \cdot K_{\omega_{\max A_0 A_1 p_1}} \cdot K_{M_{\max A_0 A_1 p_1}}, \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

$$\left. \begin{aligned} T_{\bar{A}_{1p_2} \min} &= T_{\bar{A}_0} \cdot K_{\omega_{\min A_0 A_1 p_2}} \cdot K_{M_{\min A_0 A_1 p_2}}, \\ T_{\bar{A}_{1p_2} \max} &= T_{\bar{A}_0} \cdot K_{\omega_{\max A_0 A_1 p_2}} \cdot K_{M_{\max A_0 A_1 p_2}}, \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

$$\left. \begin{aligned} T_{\bar{A}_{1n} \min} &= T_{\bar{A}_0} \cdot K_{\omega_{\min A_0 A_1 n}} \cdot K_{M_{\min A_0 A_1 n}}, \\ T_{\bar{A}_{1n} \max} &= T_{\bar{A}_0} \cdot K_{\omega_{\max A_0 A_1 n}} \cdot K_{M_{\max A_0 A_1 n}}, \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

4. С позиции достижения глобального критерия качества $\mathcal{E}$ [1] интерес представляет прогноз влияния на $\mathcal{E}$ изменения долговечности машины (или всего комплекса ГДМ). Этот прогноз предлагается выполнить по упрощенной методике, рассматриваемой ниже.

В качестве расчетной долговечности отдельной машины (или всего комплекса ГДМ) принимается худший из диапазонов (8), (9), (10). По данным [8,9] годовой экономический эффект вычисляется по формуле

$$\mathcal{E} = \left[3_0 \frac{Q_1}{Q_0} \cdot \frac{P_0 + E_n}{P_1 + E_n} - \frac{(I_0 + E_n K'_0) - (I_1 + E_n K')}{P_1 + E_n} - 3_1 \right] A_n, \quad (14)$$

где $3_0, 3_1$ — приведенные затраты на создание ГДМ и системы управления в вариантах A_0 и A_1 , денежных единиц (д. ед.);

Q_1/Q_0 — коэффициент учета роста производительности ГДМ в варианте A_1 по сравнению с вариантом A_0 ;

$(P_0 + E_n)/(P_1 + E_n)$ — коэффициент учета изменения срока службы ГДМ в варианте A_0 по сравнению с A_1 ;

P_0 и P_1 — доли отчисления от балансовой стоимости на полное восстановление (реновацию) ГДМ в вариантах A_0 и A_1 , которые рассматриваются как величины, обратные срокам службы средств труда [6]. Для ГДМ в вариантах A_0 и A_1

$$P_0 = 1/T_{\bar{A}_0}, \quad (15)$$

$$P_1 = 1/T_{\bar{A}_1}, \quad (16)$$

E_n — нормативный коэффициент эффективности ($E_n = 0,15$) [6];

$\dot{E}_0 + \dot{A}_i K'_0 - \dot{E}_1 + \dot{A}_i K' / \dot{E}_1 + \dot{A}_i$ — экономия потребителя на текущих издержках эксплуа-

тации и отчисления от сопутствующих капитальных вложений на весь срок службы ГДМ в варианте A_1 , по сравнению с вариантом A_0 , д.ед.;

K'_0 и K'_1 — сопутствующие капитальные вложения шахты (капитальные вложения без учета стоимости рассматриваемых средств труда) при использовании ГДМ в варианте A_0 и A_1 в расчете на годовую производительность ГДМ в варианте A_0 и A_1 , д.ед.;

I_0 и I_1 — годовые эксплуатационные издержки шахты при использовании ГДМ в варианте A_0 и A_1 в расчете на годовую производительность Q_1 , д.ед.; A_{1n} — годовой объем производства ГДМ (в варианте A_1) в угольной промышленности на расчетный год, в натуральных единицах.

Программируемый экономический эффект, обусловленный повышением долговечности ГДМ при заданной вероятности безотказной работы в первом приближении, рассматривается для упрощения расчетов при равных исходных технико-экономических параметрах сравниваемых вариантов A_0 и A_1 (в противном случае необходимо искать и оперировать с фактическими денежными единицами для каждого варианта). Тогда $3_0 = 3_1 = 3$, $Q_1 = Q_0$, $I_0 = I_1$, $K_0 = K'_1$, и формула (14) примет вид

$$\mathcal{E} = 3 \left[\frac{P_0 + E_n}{P_1 + E_n} - 1 \right] A_n. \quad (17)$$

Из (17) следует, что для обеспечения условия $\mathcal{E} > 0$ необходимо, чтобы долговечность ГДМ в варианте $A_1 - T_{\bar{A}_1}$ была больше долговечности варианта $A_0 - T_{\bar{A}_0}$.

5. В супервизорной МСАУ оценка возможного диапазона фактической долговечности ГДМ должна рассчитываться в месячные, квартальные и годовые периоды времени. Затем прогнозируется потеря или прибыль возможного глобального критерия качества $\mathcal{E}$ при эксплуатации ГДМ с параметрами $Y_j(t)$, $t_{j\text{вп}}$ и σ_{A_0, A_1, A_2} , достигнутыми на рассматриваемом интервале времени. Последующие решения зависят от конкретного значения $\mathcal{E}$. При получении прогнозируемой прибыли установки регуляторов, обеспечивающие $Y_j(t)$, $t_{j\text{вп}}$ и σ_{A_0, A_1, A_2} , не изменяются, в противном случае необходимо внести корректирующие изменения в управляющие воздействия с целью в последующих периодах эксплуатации ГДМ обеспечить выполнение глобального критерия $\mathcal{E}$ [1].

Технологические условия работы комплекса горнодобывающих машин на угольных шахтах предполагают, что процесс добычи угля может осуществляться только, если работоспособны все машины, входящие в комплекс. Поэтому расчет ожидаемого экономического эффекта достаточно произвести из условий работоспособности наименее надежной или наиболее важной по характеру и очередности выполняемых технологических операций машины. В последнем случае такой машиной является угледобывающий комбайн. Проведем оценку ожидаемого экономического эффекта от управления динамической нагруженностью угледобывающей машины средствами супервизорной МСАУ АЭП ГДМ.

За базовый вариант УМ–А₀ принимаем комбайн КШЭ с локальной АЭП. Комбайн КШЭ имеет известную долговечность — $T_{д0}$. Годовой экономический эффект одного изделия составляет $\mathcal{E}_н = 832340.016$ тыс. тенге, при лимитной цене $\mathcal{C}_л = 26534.36$ тыс. тенге. За основу для расчета принимаем взаимосвязи (14)–(17). Машина КШЭ с локальной АЭП под управлением МСАУ АЭП ГДМ обеспечивает стабилизацию среднего уровня нагрузок в конструктивных узлах и приводах — это вариант А₁. Долговечность УМ в варианте А₁– $T_{д1}$. Считаем, что сопротивление углю резанию $A(t)$ вдоль длины L очистного забоя изменяется случайным образом и характеризуется математическим ожиданием $\bar{A}_{cp}$, максимальным ($\bar{A}_{max}$) и минимальным ($\bar{A}_{min}$) значением $A(t)$.

Так как настоящий расчет характеризуется существенной неопределенностью исходной информации, будем рассматривать не конкретные значения показателей технико-экономической эффективности эксплуатации УМ, а их возможные диапазоны вариации.

В первом приближении считаем, что между изменениями угловых валов двигателей, упругих моментов в трансмиссиях и сопротивляемостью углю резанию существует прямо пропорциональная зависимость. Среди диапазонов вариации долговечности конструктивных узлов и приводов УМ (8)–(10) выберем худший и будем считать его наиболее реальным для УМ в варианте А₁. Если считать, что локальные АЭП УМ обеспечивают отклонения угловых скоростей валов двигателей ($\Delta\mathcal{E}_\omega$) и моментов в трансмиссиях ($\Delta\mathcal{E}_{M_j}$) от их номинальных значений (соответствующих $\bar{A}_{cp}$) в пределах $\pm 25\%$, а УМ в варианте А₁ демпфирует действие $A(t)$ на эти координаты, то после несложных

преобразований (11)–(13) получим следующий наиболее вероятный диапазон изменения долговечности оптимально управляемой машины:

$$T_{д0} \leq T_{д1} \leq 1,2T_{д0}.$$

Повышение долговечности УМ в варианте А₁ позволит получить дополнительный экономический эффект, обусловленный объемом добычи за время $\Delta T = T_{д1} - T_{д0} = 0,2$ года :

$$0 \leq \Delta\mathcal{E}_{д1} \leq 832340.016 \times 0.2 = 166468 \text{ тыс. тенге.}$$

Ориентировочные затраты на техническую реализацию супервизорной МСАУ АЭП ГДМ состоят из стоимости 1–2 ПЭВМ (соответственно 1000–2000 долларов) и комплекта периферийного оборудования (с минимальной стоимостью по данным [8] — 1000 долларов) и составляют:

$$292 \text{ тыс. тенге} \leq \Delta\mathcal{Z}_{д1} \leq 438 \text{ тыс.тенге}.$$

Суммарные затраты $\Delta\mathcal{Z}_{сум}$ на приобретение технических средств, разработку программного обеспечения и эксплуатацию супервизорной МСАУ АЭП ГДМ (по данным [9] $\approx 100\% \Delta\mathcal{Z}_{д1}$), а также амортизацию (33% от $\Delta\mathcal{Z}_{д1}$) составляют:

$$680.0 \text{ тыс. тенге} \leq \Delta\mathcal{Z}_{сум} \leq 1020.54 \text{ тыс. тенге}.$$

Ожидаемое приращение экономического эффекта с учетом затрат $\Delta\mathcal{Z}_{сум}$ определим по формуле

$$\Delta\mathcal{E}_{A1} = \Delta\mathcal{E}_{д1} - \Delta\mathcal{Z}_{сум}, \text{ тогда}$$

$$680 \text{ тыс. тенге} \leq \Delta\mathcal{E}_{A1} \leq 165447.946 \text{ тыс. тенге}.$$

Суммарный ожидаемый эффект

$$831660.0 \text{ тыс. тенге} \leq (\mathcal{E}_н \pm \Delta\mathcal{E}_{A1}) \leq 997787.95 \text{ тыс. тенге}$$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фешин Б.Н. Целевые функции оптимального управления режимами работы горно-добывающих машин как многосвязных объектов управления // Автоматика. Информатика. Караганда. 1999. №3–4. С. 9–15.
2. Молдавский Л.А., Финкельштейн Э.Л., Верклов Б.А. Виды повреждений и долговечность трансмиссий горных машин. М.: Недра, 1981. 192 с.
3. Докукин А.В., Семенча П.В., Гольдбухт Е.Е., Зислин Ю.А. Повышение надежности и долговечности горных машин. М.: Машиностроение, 1982. 224 с.
4. Ермак И.И. Повышение надежности и долговечности в горном машиностроении. М.: Недра, 1964. 60 с.
5. Позин Е.З. Сопротивляемость углю разрушению режущими инструментами. М.: Наука, 1972. 239 с.
6. Методика определения экономической эффективности использования в угольной промышленности новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. М.: ЦНИИЭИуголь, 1979. 120 с.
7. Астахов А.С., Каменецкий Л.Е., Чернегов Ю.А. Экономика горной промышленности. М.: Недра, 1982. 408 с.
8. PROSOFT. Передовые технологии автоматизации. Краткий перечень цен. Декабрь 2000г. М.: Прософт, 2000. 108 с.
9. Курносов А.М., Соколов В.П., Москвин В.Б. и др. Справочник по экономике угольной промышленности. М.: Недра, 1985. 231 с.

УДК 622.648.232.2

В.М. ЕЛИСЕЕВ

Оптимизация диаметра трубопровода гидроподъема

Повышение спроса на экологически грязное нефтяное топливо в условиях истощения его запасов, резкого подорожания и катастрофического глобального загрязнения экосферы с уже очевидным изменением климата и угрозой всеобщего отравления вызвали проведение в высокотехнологических странах интенсивных разработок экологически чистых топлив, тех-

ники и технологии их получения и использования и т.д. По мнению экспертов, наиболее перспективным для получения экологически чистого топлива этанола, пригодного как для прямого сжигания на транспортных машинах в теплоэнергетике и т.д., так и для прямого преобразования в электричество химическим путем, является наиболее распространенное органиче-

ское вещество — уголь.

Такая крупная по запасам угля держава, как США, разработала программу и выделила 800 млрд. долларов на ближайшие 15 лет на перевод экономики на этанол, а в последующем — и на совершенно безвредный водород с использованием уже сложившейся инфраструктуры. Грядущая новая угольная волна вызовет потребность во всех запасах угля — пригодных как к открытой, так и к подземной разработке при условиях дальнейшего совершенствования технологии добычи и транспорта последних для снижения инвестиций и эксплуатационных расходов. Следует особо подчеркнуть, что только системный подход, малооперационность, совмещение операций и т.д. могут обеспечить резкое снижение себестоимости подземной добычи и транспортных расходов.

По мнению автора, переизмельчение угля в процессе механизированной добычи можно обратить во благо путем гидромеханизации подъема и транспорта мелких фракций по трубам до тепловых электростанций при условии сжигания в котлах водоугольной суспензии без обезвоживания. Важно заметить, что решена проблема стабилизации водоугольной суспензии до 40 суток и сжигания ее в топках ТЭС и успешно применяется уже в течение нескольких десятилетий на участке около 500 км от Кузбасса до Новосибирской ТЭС.

Предполагается дальнейшее расширение области применения более совершенного гидравлического транспорта, по крайней мере, с подъема по шахтным стволам, совместив его с главным водоотливом. Кусковые фракции угля для розничной реализации по более высоким ценам в герметичной таре (контейнере) также подлежат трубопроводному гидроподъему в струе водоугольной суспензии. И только часть кусковых фракций добычи, подлежащая реализации навалом, может подниматься комбинированным скипоклевым подъемом. На малообводненных шахтах типа карагандинских недостаток подземных вод для гидротранспорта может дополняться сточными водами, спускаемыми с поверхности по противопожарному или резервному трубопроводу водоотлива, с использованием потенциальной энергии по типу сообщающихся сосудов.

Ограничившись изложенными наиболее общими соображениями для уяснения поставленной задачи, укажем на существенные достоинства системного решения задач водоотлива, подъема, транспортирования и сжигания мелких фракций угля:

- исключение весьма сложного, дорогостоящего и энергоемкого скипового подъема с высококвалифицированным обслуживающим персоналом;
- исключение очистных сооружений шахтных и сточных вод на угольном предприятии;
- снижение транспортных расходов шахт и ТЭС.

Оптимизация гидроподъема сводится к оптимизации диаметра трубопровода как наиболее изменяемого параметра самого дорогостоящего, сложного и ответственного инженерного сооружения. Выбор оптимального варианта при проектировании осуществляется путем оценки экономической эффективности капиталовложений, базирующихся на расчете приведенных затрат Π путем суммирования эксплуатацион-

ных и капитальных затрат K с учетом срока их окупаемости:

$$\Pi = \mathcal{E}_э + (E + \beta) K, \quad (1)$$

где $\mathcal{E}_э$ — стоимость электроэнергии, затрачиваемой на откачку годового притока воды и части плановой годовой добычи угля;

E — коэффициент эффективности капиталовложений;

β — норма амортизационных отчислений.

Годовые затраты на электроэнергию, расходуемую на преодоление сопротивления 1 м трубопровода, определим формулой

$$\mathcal{E}_э = \frac{da_a A_r \left(1 + \frac{1-S}{\rho_T S}\right) C_1 C_2}{3600 \eta_n \eta_{ос} \eta_c} \frac{1+aS}{H} \left[\frac{\text{кВт/ч}}{\text{м}} \right], \quad (2)$$

где a_a — стоимость одного киловатт-часа электроэнергии;

A_r — плановая годовая добыча шахты, т;

S — объемная концентрация пульпы;

ρ_T — плотность угля в целике, т/м³;

C_1 — относительная доля годовой добычи, направляемая на гидроподъем;

C_2 — коэффициент степени перемешивания суспензии, $C_2 = 1,1 \div 1,15$;

a — соотношение плотностей частиц твердой и жидкой фаз;

$\eta_n, \eta_{ос}, \eta_c$ — КПД, соответственно, насоса, двигателя и электросети;

H — удельные потери напора при движении чистой воды со скоростью, равной скорости суспензии, м/м.

$$H = \frac{8 \cdot \lambda \cdot Q_H^2}{3600^2 \cdot \pi^2 \cdot g \cdot d^5}. \quad (3)$$

Здесь Q_H — производительность насоса, м³/ч;

d — внутренний диаметр трубопровода, м;

λ — коэффициент сопротивления трения по длине трубы, определим по эмпирической формуле Шевелева для неновых труб [1]

$$\lambda = 0,021 d^{-0,3}. \quad (4)$$

Важно заметить, что в формуле (2) принята методика расчета сопротивления трубопроводов гидротранспортированию тонкодисперсных грузов (с размерами частиц — 0,2 мм) высоких концентраций $S = 0,2 \div 0,5$ [2], но может с успехом применяться и в случаях транспорта в смеси с грубодисперсными частицами по согласованию с потребителем (ТЭЦ) в зависимости от свойств энергетических углей.

Для групп частиц разных фракций (размеров) характерны различные гидромеханические процессы при перемещении в потоке несущей среды, а наличие в потоке мелких частиц улучшает процесс перемещения более крупных частиц так же, как и стабилизирующих добавок. При использовании гидроподъема для транспорта кусковых фракций в герметичных пакетах (контейнерах) за счет порозности, заполненной воздухом, плотность суспензии и пакета (контейнера) сближается так, что перемещение последних в потоке может происходить в условиях гидростатирования за счет динамического капора. Тогда затраты энергии

можно учесть введением в числитель последней формулы коэффициента скорости:

$$C_c = \left(l_u + \frac{l_k}{l_u} \right)^2 = \left(1 + \frac{l_k}{l_u} \right)^2,$$

где l_k и l_u — соответственно длина контейнера и шага введения их в трубопровод.

Часовая производительность гидроподъема по твердому:

$$V_T = \frac{c \cdot A_r}{N \cdot t \cdot \rho_T}, \quad (5)$$

и по пульпе:

$$V_{II} = \frac{c \cdot A_r}{N \cdot t \cdot \rho_T \cdot S}, \quad (6)$$

где C — коэффициент запаса и неравномерности поступления груза;

N — число рабочих дней в году;

t — число часов работы подъема в сутки, $t \leq 20$ ч.

Минимально необходимая производительность насоса:

$$Q_H = \frac{1,2 \cdot c \cdot A_r}{N \cdot \rho_T \cdot S}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (7)$$

а расход жидкости составляет:

$$V_{ж} = \frac{c \cdot A_r \cdot 1 - S}{N \cdot t \cdot \rho_T \cdot S}. \quad (8)$$

В наиболее общем случае могут быть следующие соотношения между нормальным притоком шахтных вод q_H и производительностью по жидкой фазе $V_{ж}$:

1. $tV_{ж} = 24q_H$ — весь суточный нормальный приток шахтных вод расходуется на пульпообразование;

2. $tV_{ж} < 24q_H$ — на пульпообразование используется только часть нормального притока шахтных вод

$$\frac{24q_H - t \cdot V_{ж}}{t \cdot V_{ж}} = \frac{24q_H}{t \cdot V_{ж}} - 1;$$

а другая часть

$$\frac{24q_H - t \cdot V_{ж}}{t \cdot V_{ж}} - 1 = \frac{24q_H}{t \cdot V_{ж}} - 2$$

может быть использована на пожаротушение, орошение и т.д.;

3. $tV_{ж} > 24q_H$ — на пульпообразование с поверхности должны подаваться сточные воды в относительном количестве

$$\frac{t \cdot V_{ж} - 24q_H}{24q_H} = \frac{t \cdot V_{ж}}{24q_H} - 1.$$

В паводковые периоды, длящиеся в общем случае около двух месяцев в году, притоки увеличиваются в C_y раз и 1 и 3 соотношения стремятся ко 2. Тогда избыточная часть притока откачивается насосами по резервному трубопроводу на поверхность в резервные водоемы и т.д. для сохранения на периоды с малыми притоками.

Капитальные затраты на сооружение трубопроводов гидроподъема (рабочий и резервный) представим через удельные затраты на сооружение одного метра K_T трубопровода.

$$K = nLK_T, \quad (9)$$

где n — общее число трубопроводов гидроподъема;

L — длина трубоподъема.

В свою очередь удельные капитальные затраты определяются стоимостью одного метра трубы.

$$K_T = K_u K_a K_m K_n (a_0 + a_T m), \quad (10)$$

где K_u, K_a, K_m, K_n — коэффициенты, учитывающие инфляционный рост цен, стоимость арматуры трубопровода, его монтаж и плановые накопления соответственно;

a_0 и a_T — постоянные коэффициенты, определяющие стоимость массы одного метра трубы в зависимости от сортамента, марки стали и т.д.

m — масса одного метра трубы,

$$m = \pi \rho_{cm} b_{cm} (d + b_{cm}) = \pi \rho_{cm} d b_{cm} (1 + b_{cm} d^{-1}), \quad (11)$$

где ρ_{cm} — плотность стали;

b_{cm} — толщина стенки трубы с учетом минусового допуска K_d и коррозионного износа b_k

$$b_{cm} = b_k + b_0 (1 - K_d)^{-1}. \quad (12)$$

Здесь прочная толщина стенки b_0 определяется по принципу предельных состояний [3, 4]

$$b_0 = Pd (2 \times \emptyset \times R)^{-1}, \quad (13)$$

где P — расчетное с учетом перегрузки давление в трубопроводе [5];

R — расчетное сопротивление материала труб [3,4];

$\emptyset$ — коэффициент, учитывающий двухосное напряженное состояние металла труб [3,4].

С учетом (13) толщина стенки по (12) определяется формулой

$$b = Pd K_{kp} [2 \times \emptyset \times R (1 - K_d)]^{-1}, \quad (14)$$

где K_{kp} — коэффициент коррозионного износа,

$$K_{kp} = 1 + 2 \times \emptyset \times R b_k (1 - K_d) (Pd)^{-1},$$

а массу по (11) с учетом (14) представим выражением

$$m = m_0 d^2, \quad (15)$$

где m_0 — коэффициент массы,

$$m_0 = \pi \rho_{cm} P K_{kp} [2 \times \emptyset \times R (1 - K_d) + P K_{kp}] [2 \times \emptyset \times R (1 - K_d)]^{-2}. \quad (16)$$

Тогда капитальные затраты (9) с учетом (10) и (15) запишем формулой

$$K = n L K_0 (a_0 + a_T m_0 d^2), \quad (17)$$

где $K_0 = K_u K_a K_m K_n$,

а приведенные годовые затраты (1) с учетом (2)–(4) и (17) представятся уравнением

$$\Pi = 3,7 \times 10^{-13} A_r [1 + (1 - S) / \rho_T S] C_1 C_2 (1 + aS) a_s \times \times Q_H^2 L (1 + e) d^{-5,5} \eta^{-1} + n L K_0 (E + \beta) (a_0 + a_T m_0 d^2), \quad (18)$$

где $\eta = \eta_n \eta_{dv} \eta_c$ — КПД установки;

e — коэффициент местных сопротивлений трубопровода, равный 0,05÷0,1.

Из условия $\partial \Pi / \partial d = 0$ определим искомый экономически оптимальный внутренний диаметр трубопровода гидроподъема (в метрах):

$$d_0 = \sqrt[7,3]{\frac{2 \cdot 10^{-12} A_r [1 + (1 + S) / \rho_T S] C_1 C_2 (1 + aS) a_s Q_H^2 (1 + e)}{a_T n m_0 \eta K_0 (E + \beta)}}. \quad (19)$$

Важно заметить, что поскольку в трубе действует переменное давление P , пропорциональное глубине

(при отсчете сверху вниз) [5], входящее в коэффициент массы m_0 , то оптимальный диаметр уменьшается с глубиной и для снижения металлоемкости и капита-

ловложений в сооружение необходимо трубопровод секционировать на участки со стандартными давлениями 4; 6,4; 10; 16 МПа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шевелев Ф.А. Исследование основных гидравлических закономерностей турбулентного движения в трубах. М., 1953. 138 с.
2. Спиваковский А.О., Дьячков В.К. Транспортирующие машины. М.: Машиностроение, 1983. 426 с.
3. Госстрой СССР. СНИП II-6-74. Часть II-Магистральные трубопроводы. Нормы проектирования. Гл. «Нагрузки и воздействия». М., 1975.
4. Айбиндер А.Б., Камерштейн А.Г. Расчет магистральных трубопроводов на прочность и устойчивость. М.: Недра, 1982. С. 18.
5. Елисеев В.М. Оптимизация диаметра трубопровода, находящегося под переменным давлением // Изв. вузов. Горный журнал. 1990. №7. С. 102-106.

Раздел 6

Физика

УДК 537.226
Е.Ф. ОРЛОВА

Роль гидратированного электрона в структурной диэлектрической релаксации воды и ее растворов

Открытие Э. Хартом (США) и Дж. Боугом (Англия) [1] оптического спектра поглощения гидратированного электрона в облученной жидкой воде натолкнуло на мысль, что особенности спектров тангенса угла диэлектрических потерь воды и ее растворов можно объяснить в рамках двухструктурной модели не только уходом и приходом молекул с образованием *H*-связи путем перемещения самой молекулы, протона [2], но и перемещениями гидратированных электронов.

С момента открытия электрона физики рассматривают его как независимую частицу, обладающую зарядом, массой и спином. Для химика же более привычно представление об электроны как о составной части молекул, обуславливающей существование химических связей, и как о частице, участвующей в окислительно-восстановительных процессах.

Химические реакции типа ионизации атома водорода



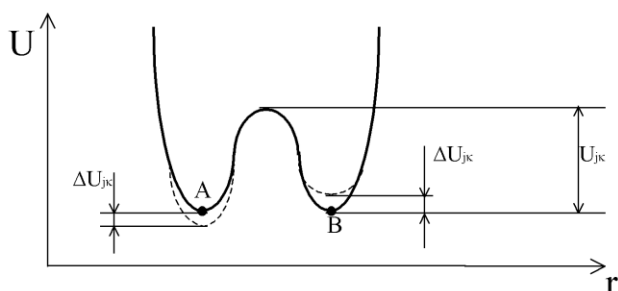
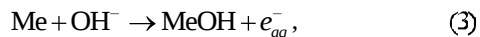
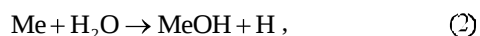
наиболее характерны для газовой фазы. В конденсированных средах, особенно в растворах, ситуация гораздо сложнее. При передаче электрона от одного атома (или молекулы) он может быть отдален от реагента, если в его непосредственном соседстве нахо-

дится электронный акцептор. При этом прирост его свободной энергии должен превосходить энергию, необходимую для его отщепления от электронов донора, т.е. потенциал ионизации донора. Освобождение таких электронов осуществляется за счет теплового воздействия и других внешних факторов, в частности электромагнитного.

Отщепленный электрон диффундирует в среде до его захвата. При этом он может присоединиться к атому или молекуле или окончить путь в «ловушке», образованной его собственным поляризационным полем. Такой электрон уже не в состоянии перемещаться в веществе. Из своей потенциальной ямы «А» (рис.) он может освободиться только при условии, если приобретет энергию извне (U_{jk}) и перейдет в соседнюю ловушку «В». Захваченный электрон отличается от свободного электрона большим временем оседлой жизни, обладает отрицательной свободной энергией своего образования и, следовательно, с точки зрения термодинамики, более стабилен. Электрон, окруженный ориентированными молекулами, является гидратированным (e_{aq}^-).

Поскольку гидратированные электроны наиболее ярко себя проявляли в результате взаимодействия молекул воды с ионами некоторых металлов (Me),

были исследованы водные растворы уксусной кислоты и ее солей (NaAc , NH_4Ac , $\text{Cu}(\text{Ac})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$). Снимались частотные зависимости тангенса угла диэлектрических потерь. Мы полагали, что стадией, определяющей время релаксации таких процессов, являются химические реакции типа:



Модель одномерного потенциального рельефа

Косвенные данные по спектру $\text{tg} \delta$ этих систем свидетельствуют в пользу теории сольватированных (гидратированных) электронов и их роли в структурной диэлектрической релаксации. Существование реакции (4) было подтверждено в [3]. Предложенная нами [4, 5] модель кинетики релаксаторов при структурной диэлектрической релаксации в водных растворах дополнена еще одним типом релаксаторов – гидратированным электроном (e_{aq}^-), который наряду с надбарьерными переходами туннелирует из ловушки в ловушку.

С учетом этого, в кинетическом уравнении [4]

$$\frac{dn_1}{dt} - An_1 + Bn_3 \quad (5)$$

коэффициенты A и B меняют свой вид. Теперь, в процессе отрыва молекулы от кластера, следует учитывать набор релаксаторов: самой молекулы, протона, участвующего в образовании H -связи, и, наконец, гидратированного электрона. С учетом этого,

$$A = \frac{3d_y}{r} \sum_{k=1}^3 \sum_{j=1}^2 v_{jk} \sum_{i=1}^S \eta_i \left\{ \exp \left[-\frac{i U_{jk} - \Delta U_{jk}}{kT} \right] + \left[\frac{1}{kT} \int_{U_{0ik}}^{U_{jk} - \Delta U_{jk}} \exp \left(-\frac{W}{kT} \right) G_{jk}^- dw \right]^i \right\} \quad (6)$$

$$B = 4\pi r^2 d_y N \sum_{k=1}^3 \sum_{j=2}^3 v_{jk} \left\{ \exp \left[-\frac{i U_{jk} - \Delta U_{jk}}{kT} \right] + \left[\frac{1}{kT} \int_{U_{0ik}}^{U_{jk} + \Delta U_{jk}} \exp \left(-\frac{W}{kT} \right) G_{jk}^+ dw \right]^i \right\} \quad (7)$$

Обозначения в (6), (7) почти такие же, что и в [4], при этом появляется суммирование по индексу k , который отражает собой тип релаксатора молекулы ($k = 1$), протона ($k = 2$) и e_{aq}^- ($k = 3$).

Для гармонического переменного электрического поля

$$\Delta U_{jk} = q_{jk} E_0 \cos \omega t \quad (8)$$

из смещения максимума частотной зависимости $\text{tg} \delta$ при условии

$$\Delta U_{jk} \ll kT, \quad (9)$$

находим в узком температурном интервале (T_1, T_2) для данного типа раствора эффективное число молекул, объединенных в кластер сферической формы:

$$n_{\text{эф}} = 8q' \bar{r}^3 / d_{\text{эф}}^3, \quad (10)$$

$$\bar{r} = \frac{a_{T_1} b_{T_2} - a_{T_2} b_{T_1}}{b_{T_2} \omega_{\text{max}1} - b_{T_1} \omega_{\text{max}2}}, \quad (11)$$

$$a_{T_{1,2}} = 3d_y \sum_{k=1}^3 \sum_{j=1}^2 v_{jk} \sum_{i=1}^S \eta_i \left\{ \exp \left(-\frac{i U_{jk}}{kT_{1,2}} \right) + \left[\frac{1}{kT_{1,2}} \int_{U_{0ik}}^{U_{jk}} \exp \left(-\frac{W}{kT_{1,2}} \right) G_{jk} dw \right]^i \right\} \quad (12)$$

$$b_{T_{1,2}} = 4\pi d_y N \sum_{k=1}^3 \sum_{j=2}^3 v_{jk} \left\{ \exp \left[-\frac{U_{jk}}{kT_{1,2}} \right] + \left[\frac{1}{kT_{1,2}} \int_{U_{0ik}}^{U_{jk}} \exp \left(-\frac{W}{kT_{1,2}} \right) G_{jk} dw \right]^i \right\} \quad (13)$$

Размеры кластеров, полученные из (10), удовлетворительно согласуются с [6, 7]. Анализ $n_{\text{эф}}(T)$ показал, что учет туннелирования молекул слабо влияет на размеры кластеров, а вот туннелирование протонов и e_{aq}^- существенно изменяет параметры структурных единиц водных растворов. Следовательно, можно утверждать, что в настоящее время гидратированные электроны можно и нужно учитывать при обсуждении вопросов диэлектрической спектроскопии веществ с водородными связями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Hart E.J. Scince. 1964. 146. 19.
2. Орлова Е.Ф. Структурная диэлектрическая релаксация в водных растворах ацетатов // Физика диэлектриков и новые области их применения. Караганда, 1978. С. 34–35.
3. Matheson M.S., Rabani J.J. Phus. Chem. 1965. 69. 1324.
4. Орлова Е.Ф. Кинематика структурной диэлектрической релаксации в растворах // Люминесценция и теплофизика. Караганда: КарГУ, 1980. С. 81–85.
5. Тонконогов М.П., Векслер В.А., Орлова Е.Ф. Туннельные эффекты при структурной диэлектрической релаксации в воде

- и ее растворах // Физика диэлектриков и новые области их применения. Караганда, 1978. С. 32–33.
 6. Эйзеберг Д., Кауцман В. Структура и свойства воды. Л.: Гидрометеиздат, 1975.
 7. Эрдеи-Груз Т. Явления переноса в водных растворах. М.: Мир, 1976.

УДК 537.226

Т.Ж. КУНАКБАЕВ

Е.Ф. ОРЛОВА

В.С. ПОПОВ

Виртуальный вариант лабораторной работы по специальной теории относительности

В настоящее время все более актуальным становится использование средств вычислительной техники для улучшения качества учебного процесса в вузе.

Идея создания виртуальных лабораторных работ и различных практических заданий на компьютере далеко не нова [1–5]. Основные причины создания работ такого типа заключаются в следующем.

В связи с всеобщей компьютеризацией представление лабораторных работ и опытов на компьютере может быть намного проще: в связи с отсутствием в лабораториях достаточного количества требуемых приборов, истекшим сроком их годности и отсутствием возможности заменить их. И этот способ, особенно в хорошем графическом режиме, для учащихся наглядней.

Некоторые работы нельзя проделать в неспециализированном университете, тем более в школе, в силу их специфичности [1]: требуется специальное оборудование, наблюдение за экспериментом может осложняться размерами «реагентов» или объектов наблюдения, временем протекания опыта и т.д. К таким разделам можно отнести специальную теорию относительности, ядерную физику, квантовую механику.

Благодаря виртуальным лабораторным работам обучение может происходить дистанционно, что позволяет студентам обучаться, не отрываясь от работы и находясь в любой точке страны.

Одним из разделов, в которых применение работ такого типа наиболее эффективно, является специальная теория относительности. Данный раздел особенно сложен для восприятия. Для того чтобы длина или масса тела изменились на 1%, скорость тела должна составлять 0,14 от скорости света (c), а для того чтобы изменения наблюдаемых величин превышали среднюю допустимую погрешность (в обычных опытах она составляет $\approx 5\%$), скорость должна составить 0,31 c . Ясно, что придать такую скорость большинству тел, с которыми мы встречаемся в повседневной жизни, невозможно. К тому же считается, что действие специальной теории относительности становится заметным только при $V \approx 0,8 c$.

Хотя в Казахстане уже есть примеры работ по применению компьютерных технологий в обучающих системах, некоторые из них [2] («Нетрадиционные тесты по разделу «Элементарные частицы»») предназначены для наилучшего усвоения обучающимися материала, другие [4] («Информационные технологии в лабораторном практикуме по физике») помогают студентам лучше понять теоретические основы лабораторной работы и обработать результаты опытов, а работы по моделированию лабораторных работ в основном рассматривают те темы, по которым можно провести эксперименты на практике [1, 3, 5] (например, колебания крутильного маятника). Поэтому нами предпринята попытка показать явление, которое не-

возможно увидеть на практике.

Перед авторами стояла задача — помочь студентам и школьникам представить применение на практике использования специальной теории относительности Эйнштейна. В данной работе была продемонстрирована модель зависимости между длиной тела и его скоростью.

Для создания этой зависимости использовалась формула

$$l = l_0 \sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}, \quad (1)$$

где l_0 — длина объекта в той системе отсчета, где он неподвижен;

l — длина объекта в той системе отсчета, где он движется со скоростью V (полагаем, что оси X , X' и расположение объекта сонаправлены).

Программа, реализующая данную модель, довольно проста и не предъявляет особых требований к компьютеру, так как написана на Turbo Pascal 7.0. Для нее даже не нужна операционная система Windows. Она может быть запущена в DOS'e и помещается на дискете. Единственное требование данной программы — наличие в одной директории с запускающимся файлом (str.exe) файлов поддержки графического режима и различных типов шрифта. Данная программа может быть запущена практически на любом компьютере.

В результате работы была создана программа, нетребовательная к компьютеру и позволяющая на довольно неплохом уровне визуализировать изменение линейных параметров объекта, его длины в зависимости от развиваемой им скорости.

Все файлы, требующиеся для нормальной работы программы, представлены на дискете (всего вместе с запускающимся файлом должно быть 10 файлов). Сама программа может быть запущена с дискеты или из любого каталога, куда было скопировано содержимое дискеты нажатием клавиши Enter на файле str.exe.

Никакая инсталляция (установка) не нужна! Эта программа написана не под систему Windows, поэтому она не вносит никаких изменений в систему и не должна вызывать никаких программных сбоев (при отсутствии файлов графического режима она должна автоматически закрыться!).

При запуске программы (запуске файла с расширением exe) на экране появляется меню.

В данной работе представлены две возможности отображения и расчета скорости объекта в зависимости от изменения его длины. Измерение нужных величин облегчено делениями, нанесенными на ось X .

При выборе пункта «Работа с квадратом» на экране возникает квадрат. После введения номера варианта одна сторона квадрата начинает уменьшаться, показывая изменение длины объекта при придании

ему соответствующей скорости (рис. 1). Начальная длина стороны представляет собой длину предмета; длина, установившаяся после ввода варианта, представляет длину предмета, движущегося с некоторой скоростью. Расчет скорости объекта производится путем измерения длины вдоль оси X получившегося синего прямоугольника к стороне квадрата. Разница между площадью квадрата и площадью прямоугольника заштрихована. После измерения длины прямоугольника и стороны квадрата для выхода в меню надо нажать клавишу Enter, о чем извещает появившаяся в самом низу экрана строка. Таким образом, в данном пункте скорость объекта находится соотношением линейных размеров.

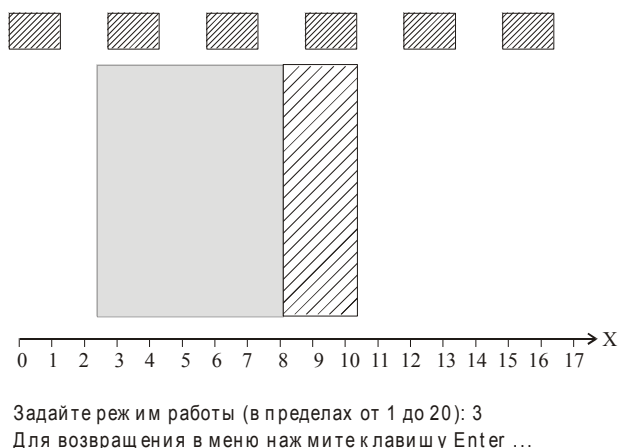


Рис. 1

При выборе пункта меню «Работа с треугольником» на экране возникает прямоугольный равнобедренный треугольник. После введения номера варианта один катет треугольника (направленный по оси X) начинает уменьшаться (рис. 2). Начальная длина катета представляет собой длину предмета; длина, установившаяся после ввода варианта, представляет длину предмета, движущегося с некоторой скоростью. Так как треугольник был равнобедренный, то оба катета были равны. С помощью преобразований получим

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{l}{l_0} = \sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}},$$

где l_0 — длина каждого катета равнобедренного треугольника;
 l — длина объекта, движущегося со скоростью V ;
 α — угол, полученный после изменения длины катета между гипотенузой и постоянным катетом.

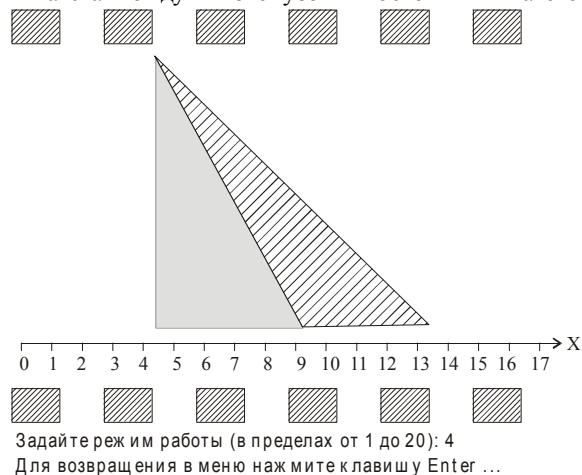


Рис. 2

Для определения скорости объекта находят $\operatorname{tg} \alpha$ путем измерения катетов полученного синего треугольника. После измерения длин катетов для выхода в меню надо нажать клавишу Enter, о чем извещает появившаяся в самом низу экрана строка. Таким образом, в данном пункте скорость объекта находится измерением угловых размеров (угла α).

Третий пункт меню — выход из программы после выполнения данной работы.

Таким образом, результат этой работы состоит в том, что она показывает возможность моделирования физических процессов и явлений согласно последним теоретическим знаниям или вероятным гипотезам, когда эти процессы невозможно наблюдать на практике. Данную программу можно рассматривать как указатель на новое и довольно важное направление развития системы обучения физике в высших, средних и школьных учебных заведениях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кунакбаев Т.Ж., Ясинский В.Б. Применение компьютерного моделирования в лабораторном физическом практикуме // Вестник Казахского государственного национального университета им. Аль-Фараби. Сер. физ. 1999. №6. С. 185–186.
2. Гусаков В.П., Панченко К.А. Нетрадиционные тесты по разделу «Элементарные частицы» // Вестник Казахского государственного национального университета им. Аль-Фараби. Сер. физ. 1999. №6. С. 188–190.
3. Карсыбаев М.Ш., Байпакаев Т.С. О применении компьютера в лабораторном практикуме // Вестник Казахского государственного национального университета им. Аль-Фараби. Сер. физ. 1999. №6. С. 196–197.
4. Гусаков В.П., Бубенко А.А. Информационные технологии в лабораторном практикуме по физике // Вестник Казахского государственного национального университета им. Аль-Фараби. Сер. физ. 1999. №6. С. 203–204.
5. Бимагамбетов Т.С., Саламатина А.М. Компьютерное моделирование в лабораторном практикуме по физике // Вестник Казахского государственного национального университета им. Аль-Фараби. Сер. физ. 1999. №6. С. 186–188.

УДК 537.533.34
А.О. САУЛЕБЕКОВ
Т.М. МУКАТОВ
С.Д. ТАЖИБАЕВА
С.Н. АСЫЛБЕКОВА

Использование электростатического
гиперболического зеркала как элемента
с повышенной угловой дисперсией по энергии

Широкое применение электронной спектроскопии и связанное с этим разнообразие предъявляемых требований привели к созданию самых различных типов спектрометров, основной частью которых являются энергоанализаторы [1, 2].

Многокаскадные системы [3, 4] представляли собой способ фокусировки пучка заряженных частиц системой идентичных зеркал, который позволял увеличивать дисперсию по энергии, однако с увеличением числа каскадов ухудшалось качество фокусировки пучка, так как аберрации суммировались.

В работах [5, 7] обоснована возможность построения светосильного высокодисперсионного энергоанализатора на основе элемента, обладающего высокой угловой дисперсией по энергии, и расположенных за ним соосных цилиндрических зеркал (ЦЗ), в которых угловая дисперсия трансформируется в линейную. В качестве источника повышенной угловой дисперсии было предложено использовать электростатическое сферическое зеркало (СЗ) с внутренним отражением пучка заряженных частиц, настроенное на режим коллимирования второго порядка или близкий к нему. Угловая дисперсия в этом случае составляла приблизительно 2° на 1 % изменения энергии.

Применив принцип трансформации дисперсии, авторы [6] предложили более совершенный по своим электронно-оптическим параметрам высокодисперсионный энергоанализатор, где в качестве источника повышенной угловой дисперсии выбрана система ЦЗ + СЗ с внешним отражением пучка. Во-первых, в этом случае угловая дисперсия по энергии по сравнению с одиночным сферическим зеркалом в 2,5 раза больше, что позволяет выйти на высокий уровень линейной дисперсии при меньших значениях коэффициента продольного линейного увеличения энергоанализатора. Во-вторых, улучшаются конструкция и эксплуатационные возможности энергоанализатора, поскольку источник выносится за его пределы.

В работе [8] рассмотрены отдельные случаи фокусировки пучков заряженных частиц в электростатическом осесимметричном гиперболическом поле, описываемом потенциалом

$$U(r, z) = a \left(\frac{r^2}{2} - z^2 \right). \quad (1)$$

В этой работе анализируется возможность фокусирования в поле (1) осесимметричных пучков заряженных частиц, эмитируемых точечными источниками, расположенными на оси симметрии z . Предполагается, что поле (1) сформировано между коническими электродами 1 и 2 (рис. 1) $r = \pm \sqrt{2}z$, находя-

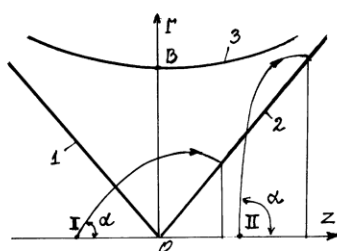


Рис. 1: 1, 2 — конические электроды; 3 — гиперболи-

ческий электрод в сечении плоскостью r, z ; I и II — точечные источники, удаленные на расстояние L от начала координат. Показана только верхняя половина системы, симметричной относительно оси z

щимися под нулевым потенциалом и электродом 3 гиперболической формы под потенциалом, одноименным по знаку заряду частиц. Выяснены условия, при которых для каждой из двух возможных позиций точечных источников заряженных частиц на оси в результате фокусирующего действия поля на пучок осуществляется кольцевое изображение на поверхности конического электрода 2.

В результате интегрирования дифференциальных уравнений движения заряженных частиц в поле (1) нетрудно рассчитать плоские траектории, выходящие из точечных источников I и II, расположенных на оси симметрии. Уравнения относительно координат точек пересечения этих траекторий с поверхностью конического электрода 2 можно представить в виде

$$\Phi(a, l, \xi_k) = \cos \left(\frac{1}{\sqrt{2}} \ln \frac{\xi_k \varphi_p + \sqrt{\cos^2 \alpha + \xi_k^2 \varphi_p^2 - l^2}}{\varphi_p \cos \alpha - (-1)^p \operatorname{ctg} \alpha} \right) \pm \pm \varphi_p \frac{\sin \alpha \sqrt{\sin^2 \alpha - \xi_k^2 \varphi_p^2 + l^2} \mp \xi_k l}{\varphi_p^2 \sin^2 \alpha + l^2} = 0; \quad P_k = \pm \sqrt{2} \xi_k. \quad (2)$$

В уравнениях (2) искомые координаты точек пересечения, а также расстояние точечного источника I или II от начала координат представлены как безразмерные величины

$$\xi_k = \frac{z_k}{d} \sqrt{\frac{2qU_0}{W}}, \quad l = \frac{L}{d} \sqrt{\frac{2qU_0}{W}}, \quad P_k = \frac{r_k}{d} \sqrt{\frac{2qU_0}{W}},$$

где d — удаление от оси z вершины гиперболического электрода 3, являющейся характерным размером рассматриваемой системы;

U_0 — потенциал электрода 3;

q и W — заряд и кинетическая энергия анализируемых частиц.

Целью настоящей работы является использование в качестве элемента с повышенной угловой дисперсией по энергии электростатического гиперболического зеркала.

Особенность расчета системы, состоящей из электростатических зеркал цилиндрического (ЦЗ) и гиперболического (ГЗ) типов, заключается в сравнении с предыдущим рассмотрением в следующих двух моментах.

1. Методика расчета аналогична методике расчета системы ЦЗ + СЗ + ЦЗ. Последовательность и алгоритм те же. Различие заключается в том, что в качестве элемента с повышенной угловой дисперсией по энергии вместо сферического зеркала используется гиперболическое. Необходим вывод новых формул с учетом этой замены.

2. В гиперболическом зеркале, рассмотренном выше, вход и выход пучка заряженных частиц в область поля осуществляется через конические электроды. В данном случае вход и выход пучка происходит через гиперболический электрод.

В соответствии с этими двумя моментами осуще-

свим анализ формул и, составив алгоритм, путем численных расчетов оценим такие характеристики системы, как фокусировка пучка заряженных частиц по углу расходимости, дисперсия и разрешение по энергии.

Рассчитаем проекцию траекторий заряженных частиц на ось системы в единицах радиуса внутреннего цилиндра согласно рис. 2:

$$L = r_c \operatorname{ctg} \alpha + 4r_c P \theta \operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \alpha r_c - r_2 + Z_1 + Z_2 + \operatorname{ctg} \alpha_1 r_c - r_e + 4r_c P_1 \theta_1 \operatorname{ctg} \alpha + r_c \operatorname{ctg} \alpha_1 =$$

$$= \underbrace{2r_c \operatorname{ctg} \alpha}_{L_{\text{ц}3}^{(1)}} + 2p\theta - \operatorname{ctg} \alpha r_1 + Z_1 + Z_2 - \operatorname{ctg} \alpha_1 r_2 + \underbrace{2r_c \operatorname{ctg} \alpha_1}_{L_{\text{ц}3}^{(2)}} (1 + 2P_1 \theta_1).$$

Введем следующие обозначения.

$$l = \frac{L}{r_c} = 2 \operatorname{ctg} \alpha (1 + 2P\theta) - \frac{r_1}{r_c} \operatorname{ctg} \alpha + \frac{Z_1}{r_c} + \frac{Z_2}{r_c} - \frac{r_2}{r_c} \operatorname{ctg} \alpha_1 + 2 \operatorname{ctg} \alpha_1 (1 + 2P_1 \theta_1).$$

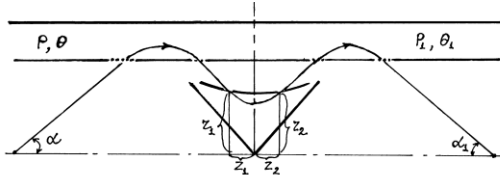


Рис. 2. Электростатическая система из цилиндрического, гиперболического и цилиндрического зеркал

Для нахождения условия угловой фокусировки первого порядка необходимо найти $dL/d\alpha$, что приводит к необходимости нахождения ряда производных по углу расходимости от составных частей длины проекции траекторий заряженных частиц на ось системы.

Перейдем к новым переменным, связанным с прежними следующими соотношениями.

$$\left[\begin{aligned} \frac{r_1}{r_c} &= \frac{\sqrt{2r_1^2 + r_0^2}}{r_c} = \sqrt{2\xi_1^2 + \mu^2}, \\ \frac{r_{12}}{r_c} &= \frac{\sqrt{2r_2^2 + r_0^2}}{r_c} = \sqrt{2\xi_2^2 + \mu^2}, \end{aligned} \right] \quad (5)$$

$$\xi_1 = \frac{r_1}{r_c}, \quad \mu = \frac{r_0}{r_c}, \quad \xi_2 = \frac{r_2}{r_c}.$$

Тогда составляющие длины проекции траектории заряженных частиц на ось системы

$$l_1 = 2 \operatorname{ctg} \alpha (1 + 2P\theta) - \operatorname{ctg} \alpha + \sqrt{2\xi_1^2 + \mu^2} + \xi_1, \quad (6)$$

$$l_2 = 2 \operatorname{ctg} \alpha_1 (1 + 2P_1 \theta_1) - \operatorname{ctg} \alpha_1 + \sqrt{2\xi_2^2 + \mu^2} + \xi_2, \quad (7)$$

$$l_2 = l_1 + l_2. \quad (8)$$

Так как расстояние от источника до центра системы неизменно, то $l_1 = \text{const}$, а производные по углу расходимости и энергии будут равны нулю.

$$\frac{dl_1}{d\alpha} = 0, \quad \frac{dl_1}{d\varepsilon} = 0, \quad (9)$$

$$\frac{d\xi_1}{d\alpha} = \frac{A_1 + 1 + \operatorname{ctg}^2 \alpha \sqrt{2\xi_1^2 + \mu^2}}{\frac{2\xi_1 \operatorname{ctg} \alpha}{\sqrt{2\xi_1^2 + \mu^2}} - 1} \sqrt{2}, \quad (10)$$

$$\frac{d\xi_1}{d\varepsilon} = \frac{A_2}{\frac{2\xi_1 \operatorname{ctg} \alpha}{\sqrt{2\xi_1^2 + \mu^2}} - 1}, \quad (11)$$

$$\frac{dl_2}{d\alpha} = \left[A_1^{(2)} + 1 + \operatorname{ctg}^2 \alpha_1 \sqrt{2\xi_2^2 + \mu^2} \right] \frac{d\alpha_1}{d\alpha} + \left[1 - \frac{2\xi_2 \operatorname{ctg} \alpha_1}{\sqrt{2\xi_2^2 + \mu^2}} \right] \frac{d\xi_2}{d\alpha}.$$

Теперь осуществим переход от случая, рассмотренного выше, к случаю входа и выхода пучка заряженных частиц в ГЗ через гиперболический электрод (рис. 3).

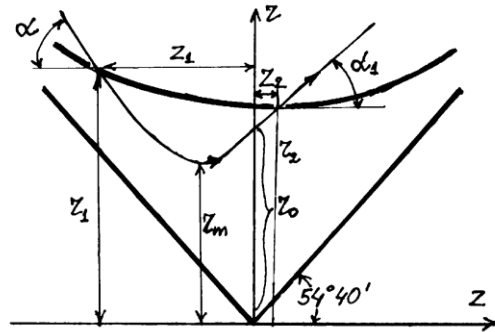


Рис. 3. Ход траекторий заряженных частиц в ГЗ

$$U = -a \left(\frac{r_2}{2} - z^2 \right) + c. \quad (13)$$

Пусть при $r = r_0$ $z = 0$. Следует $U = 0$. В этом случае $C = \frac{ar_0^2}{2}$, и потенциал запишется в виде

$$U = -a \frac{r^2 - r_0^2}{2} + az^2. \quad (14)$$

Уравнения эквипотенциальных линий:

$$U = 0, \quad \frac{r^2 - r_0^2}{2} = z^2, \quad r^2 = 2z^2 + r_0^2. \quad (15)$$

Уравнения движения заряженных частиц в гиперболическом поле имеют вид

$$\left. \begin{aligned} Er &= -\frac{\partial U}{\partial r} = ar \quad m\dot{r} = aer \end{aligned} \right\} \rightarrow \dot{r}^2 = \frac{ea}{m} r^2 + C_1, \quad (16)$$

$$\left. \begin{aligned} Ez &= -\frac{\partial U}{\partial z} = -2az \quad m\dot{z} = -2aez \end{aligned} \right\} \rightarrow \dot{z}^2 = -\frac{2ea}{m} z^2 + C_2, \quad (17)$$

$$\text{в точке } A \quad \left. \begin{aligned} \dot{r}_n &= -V_0 \sin \alpha \\ \dot{z}_n &= -V_0 \cos \alpha \end{aligned} \right\},$$

тогда

$$\left. \begin{aligned} \dot{r}^2 &= \frac{ea}{m}(r^2 - r_1^2) + V_0^2 \sin^2 \alpha \\ \dot{z}^2 &= \frac{2ea}{m}(z_1^2 - z^2) + V_0^2 \cos^2 \alpha \end{aligned} \right\} \rightarrow \frac{dr}{dz} =$$

$$= \pm \sqrt{\frac{mV_0^2 \sin^2 \alpha + \frac{r^2}{2} - \frac{r_1^2}{2}}{\frac{mV_0^2 \cos^2 \alpha + z_1^2 - z^2}{2e a}}} \quad (18)$$

(-) — на участке спуска, (+) — подъема траектории частиц.

$$\frac{dz_2}{d\alpha} = \frac{qS\sqrt{2z^2 + \mu^2}}{2qz - S\sqrt{2z + \mu^2}} \left\{ \left[\left(\frac{-\sqrt{2}}{\sqrt{2z^2 + \mu^2}} - \frac{1}{S} \right) \times \frac{2z}{\sqrt{2z^2 + \mu^2} + \sqrt{2}S} - \frac{4\sqrt{2}z}{2z^2 + \mu^2 - 2S^2} + \frac{z^2 - q^2}{qz + q^2} \right] \times \left[\frac{dz_1}{d\alpha} - \frac{4\sqrt{2}Sq}{2z^2 + \mu^2 - 2S^2} + \frac{2Sz}{q^2 + z^2} \right] \right\} \quad (19)$$

$$\text{где } S = \sqrt{\frac{W}{ea}} \sin \alpha, \quad q = \sqrt{\frac{W}{ea}} \cos \alpha, \quad W = \frac{mV_0^2}{2}. \quad (20)$$

В вершине

$$\frac{dr}{dz} = 0 \quad 2S^2 - r_1^2 + r_m^2 = 0, \quad (21)$$

$$r_m^2 = r_1^2 - 2S^2 = 2z_1^2 + r_0^2 - 2S^2,$$

где r_m — точка перегиба траектории пучка.

$$-\sqrt{2} \int_{-r_1}^{r_m} \frac{dr}{\sqrt{2S^2 - r_1^2 + r^2}} + \sqrt{2} \int_{r_m}^{z_2} \frac{dr}{\sqrt{2S^2 - r_1^2 + r^2}} =$$

$$= \int_{z_1}^{z_2} \frac{dr}{\sqrt{q^2 + z_1^2 - z^2}}. \quad (22)$$

Аналогично находим производные по энергии

$$\frac{dl_2}{d\varepsilon} = 1 + \text{ctg}^2 \alpha_1 \left[\sqrt{2z^2 + \mu^2} - 2 \left(\frac{1}{2} + 2P_1 \theta_1 \right) \right] \frac{d\alpha_1}{d\varepsilon} +$$

$$+ \left(1 + 2\text{ctg} \alpha_1 \frac{d\alpha_1}{d\varepsilon} \right) A_2 + \left(1 - \frac{2z \text{ctg} \alpha_1}{\sqrt{2z^2 + \mu^2}} \right) \frac{dz_2}{d\varepsilon}, \quad (23)$$

$$\frac{d\alpha_1}{d\varepsilon} = \frac{z \left(\frac{dz_2}{d\varepsilon} + \frac{dz_1}{d\varepsilon} \right)}{qS}, \quad (24)$$

$$\frac{dz_2}{d\varepsilon} = \frac{qS\sqrt{2z^2 + \mu^2}}{S\sqrt{2z^2 + \mu^2} - 2zq} \left[\frac{2z}{S\sqrt{2z^2 + \mu^2} + \sqrt{2}S} + \frac{4\sqrt{2}z}{2z^2 + \mu^2 - 2S^2} + \frac{q^2 - z_2}{q^2 + z^2} + \frac{2\sqrt{2}z}{\sqrt{2z^2 + \mu^2} \sqrt{2z^2 + \mu^2} + \sqrt{2}S} \times \left[\frac{dz_1}{d\varepsilon} + \frac{2\sqrt{2}S^2}{2z^2 + \mu^2 - 2S^2} + \frac{zq}{q^2 + z^2} \right] \right] \quad (25)$$

А необходимая для расчетов производная $\frac{d\alpha_1}{d\alpha}$ находится из следующей формулы:

$$\frac{d\alpha_1}{d\alpha} = 1 + \frac{z}{qS} \left(\frac{dz_2}{d\alpha} + \frac{dz_1}{d\alpha} \right). \quad (26)$$

По алгоритму, составленному по полученным формулам, были проведены численные расчеты для начального угла наклона траектории 40° . Для сравнения с системой ЦЗ+СЗ+ЦЗ начальное угловое расхождение пучка бралось такое же (4°). Расчеты проводились для угловой фокусировки первого порядка, т.е. $dL/d\alpha = 0$. Расчет угловой дисперсии ГЗ по энергии показал, что она составляет $11,5^\circ$ на десятую процента изменения кинетической энергии, что является очень высоким показателем, даже в сравнении с такой перспективной системой, как ЦЗ + СЗ + ЦЗ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зигбан К., Нордлинг К. Электронная спектроскопия. М.: Мир, 1971.
2. Вудраф Д., Денчар Т. Современные методы исследования поверхности. М.: Мир, 1989.
3. Горелик В.А. Трехкаскадный цилиндрический зеркальный энергоанализатор с фокусировкой 4-го порядка // ЖТФ. 1985. №2. С. 412–414.
4. Меньшиков К.А. Электростатический анализатор с тремя коаксиальными цилиндрическими электродами // Там же. 1982. №10. С. 2066–2070.
5. Зашквара В.В., Юрчак Л.С. Об одном типе фокусировки пучка заряженных частиц в ЭСЗ // Там же. 1984. Т. 54. №4. С. 704–710.
6. Зашквара В.В., Саулебеков А.О., Ашимбаева Б.У. Электронно-оптические свойства ЭСЗ // Там же. 1989. Вып. 7. С. 1–9.
7. Зашквара В.В., Саулебеков А.О., Юрчак Л.С. Электронно-оптические свойства ЭСЗ и систем на его основе // Там же. 1992. Вып. 6. С. 189–204.
8. Зашквара В.В., Ильин А.М. Два случая фокусировки осесимметричного пучка заряженных частиц в ЭГЗ // Там же. 1976. Вып. 5. С. 1572–1574.

УДК 537.226

Т.Ж. КУНАКБАЕВ
С.А. ПИКАЛОВ
Е.П. СТАЦЕНКО

Концепция моделирования лабораторных работ по общему курсу физики

Необходимость моделирования лабораторных работ по общему курсу физики вызвана следующими

причинами: учебные лаборатории объединяются, приборы изготовлены заводами, ныне не существующи-

ми, а заменить их нечем, готовые лабораторные классы довольно дорогостоящие. Набор на коммерческой основе не ограничен, и посадочных мест в учебных лабораториях не хватает. Поэтому на занятиях по лабораторным работам широко применяется СРС: если имеется модель лабораторных работ, то ее можно выполнить на персональном компьютере.

При моделировании лабораторных работ можно акцентировать внимание на те процессы, которые плохо наблюдаются в реальных лабораторных работах. Модели лабораторных работ (так называемые виртуальные лабораторные работы) имеют возможность варьировать постановку задачи, методы проведения эксперимента, подбирать или заменять элементы экспериментальных установок, схем, расширять диапазон измерений, не рискуя испортить измерительные приборы. Такая методика позволяет планировать эксперимент, приобрести практический опыт сборки схемы, прививает навыки проведения машинного эксперимента. При создании виртуальных лабораторных работ мы имеем возможность моделировать лабораторные работы, где применяются дорогостоящие установки, трудно реализуемые в практике; работы с установками с высокими требованиями техники безопасности, имеющими определенный риск как для экспериментирующих, так и для окружающих людей; лабораторные работы на физические процессы, которые в реальной среде невозможно наблюдать, такие как элементы СТО, элементарные частицы, радиоактивность [1–3].

В последнее время на кафедре физики КарГТУ группой преподавателей под руководством зав. кафедрой, доцента Кунакбаева Т.Ж. с привлечением студентов ФИТ проводится работа по моделированию лабораторных работ по общему курсу физики, в частности по механике и молекулярной физике. В данный момент имеются модели виртуальных работ:

- 1) лабораторная работа №3 «Изучение движения маятника Максвелла»;
- 2) лабораторная работа №4 «Определение коэффициента трения качения»;
- 3) лабораторная работа №7 «Маятник Обербека»;
- 4) лабораторная работа №12 «Гирискосп»;
- 5) лабораторная работа №16 «Определение момента инерции колеса»;
- 6) лабораторная работа №18 «Определение методом Клемана и Дезорма»;
- 7) лабораторная работа №19 «Определение по скорости звука в газе»;
- 8) лабораторная работа №38 «Определение теплоемкости металлов методом охлаждения»;
- 9) лабораторная работа №39 «Определение удельной теплоемкости жидкости»;
- 10) лабораторная работа №43 «Определение теплопроводности металла»;
- 11) лабораторная работа №44 «Определение коэффициента теплопроводности воздуха».

В первую очередь необходимо создать корректные и адекватные изучаемому процессу или явлению математические модели. Такая математическая модель должна допускать свободное изменение параметров систем с визуализацией в реальном времени результатов происшедших изменений. В методические указания этих работ входят теоретическая часть, описание

экспериментальной установки, ход выполнения работ, требования к оформлению результатов измерений. При этом берутся методические указания тех работ, которые выполняются в учебных лабораториях КарГТУ или из учебников.

Требования к компьютерным аналогам лабораторных работ.

Платформа – Windows 9x/2000/NT.

Программа работает без инсталляции.

Файл с теорией выполняется в формате HTML. Из самой лабораторной работы теория не вызывается.

Справка с инструкцией по ходу выполнения работы вызывается из среды самой работы по клавише F1 и выполняется в формате *.hlp или *.chm — второй вариант предпочтительней.

При цветовом оформлении используется только системная палитра.

Дизайн не привязывается к конкретному расширению экрана. Должна быть возможность развернуть окно программы на весь экран.

Следует предусмотреть возможность вывода результатов отчета на принтер или в файл.

Рекомендуемые языки программирования: Delphi, Visual C++ или C++ Builder.

Внешний вид виртуальных приборов, принципы и методы их управления должны максимально соответствовать своим реальным аналогам [1–4].

Расположение модели реальных установок, методы фиксации измеряемых величин, т.е. дизайн определяет создатель виртуальных лабораторий, однако строго придерживается методических указаний. В виртуальных работах невозможно моделировать всевозможные систематические и случайные погрешности реальных экспериментальных установок и методики измерений, поэтому следует случайным образом или по заранее заданному закону генерировать погрешность. Например, в работе №22 «Определение коэффициента вязкости методом Стокса» для определения вязкости жидкости измеряется время. В модели это время рассчитывается по заданному коэффициенту вязкости η . Если в базу данных заложить около 50 значений вязкости в пределах разброса от табличного значения на 10%, то наша измеряемая величина тоже будет разбросана в этих пределах. Подобного результата можно достигнуть также при помощи функций, имеющихся практически во всех языках программирования, возвращающих псевдослучайное число, заключенное в определенных пределах. Например, если необходимо измерить некую величину X , при этом разброс значений должен быть в пределах $\pm 10\%$, то создатель виртуальной лабораторной работы должен взять эту величину равной $0,9X +$ (псевдослучайное число от 0 до $0,2X$). Таким образом, эти методы позволяют провести статистическую обработку полученных данных.

Порядок прохождения лабораторного занятия может быть организован таким образом:

- 1) ознакомление с целями работы и необходимым теоретическим материалом. Ответы на тестовые вопросы и получение допуска к работе. При неудачных попытках повторное изучение соответствующих разделов теоретической части и тестирование до получения минимально допустимого результата. Все попытки

должны фиксироваться и учитываться при выставлении оценки за данную лабораторную работу;

2) выбор на стеллаже нужных компонентов и соответственно принципиальной схеме сбор экспериментальной установки (способ сборки зависит от применяемой компьютерной технологии);

3) если установка собрана неверно, то в зависимости от ситуации, выведения подсказки и (если это эффективно и возможно) визуально продемонстрировать то, к чему приводит такая сборка;

4) после завершения успешной сборки по выводимой на экран инструкции проводится цикл необходимых измерений с заполнением при этом соответствующей отчетной формы;

5) по завершении измерительного цикла проводятся необходимые вычисления и делается статистическая обработка полученных результатов;

6) при необходимости и в зависимости от кон-

кретной лабораторной работы, результаты могут быть представлены в графическом виде или гистограммой;

7) в качестве одной из задач на завершающем этапе — анализ и объяснение полученных результатов;

8) по завершении выполнения лабораторной работы сумма баллов предварительного тестирования, отчетная форма с результатами и обработкой измерений, а также анализ и объяснение полученных результатов передаются в учебный центр или в зашифрованном виде сохраняются на диске до очередного сеанса связи [4].

Современная компьютерная техника позволяет смоделировать любой объект и работать с его математической моделью, в результате можно получить комплекс учебных лабораторий для персональных компьютеров, что даст возможность эффективно использовать СРС, предоставив студенту более широкий спектр деятельности в учебном процессе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кунакбаев Т.Ж., Ясинский В.Б. Компьютерные аналоги лабораторных работ курса общей физики // Ғылыми еңбектер. Караганда. 1999. №4. С. 19–20.
2. Кунакбаев Т.Ж., Ясинский В.Б. Применение компьютерного моделирования в лабораторном физическом практикуме // Вест. КазГНУ. Сер. физ. 1999. №6. С. 185–186.
3. Кунакбаев Т.Ж., Орлова Е.Ф., Попов В.С. Виртуальный вариант лабораторной работы по специальной теории относительности // В этом же номере. С. 108.
4. Ясинский В.Б. Интерактивные учебники и виртуальные лаборатории для дистанционного обучения с помощью Интернет. Караганда: ЦНТИ, 2000. 19 с.