

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ
ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ

ՏԵԴԵԿԱԳԻՐ ИЗВЕСТИЯ

АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

ՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՍԵՐԻԱ
СЕРИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

ԽՐԱԳՐԱՆԵ ԿՈՆՏԵՆՏ

Կասյան Ի. Վ. (պատ. խմբագիր), Ազիզյ Զ. Տ. (պատ. խմբագրի տեղակալ), Ալեքսենկի Վ. Վ.,
Անանյան Լ. Կ., Գրոցյան Տ. Ա., Զաքարյան Ի. Ա., Կազարով Ա. Գ., Տեր-Ազատի Ի. Ա., Փինայ
յան Վ. Վ. (պատ. խմբագրի տեղակալ)
Պատասխանատու քարտուղար Եսեփանյան Զ. Կ.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Касьян М. В. (ответ редактор), Азизц Г. Т. (зам. ответ. редактора), Алексеевский
В. В., Ананян А. К., Горюхи Т. А., Задоян М. А., Назарова Л. Г., Пинаджян В. В. (зам.
ответ. редактора), Тер-Азарьев Н. А.
Ответственный секретарь Степанян З. К.

Խմբագրությունը գտնվում է Երևանում -- 1, Արաբյան փող. 15.

Адрес редакции: Ереван—1, ул. Абовяна, 15.

Г. Т. АДОНИ

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ЗАДАЧИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В
ЭНЕРГЕТИКЕ РЕСПУБЛИКИ

В девятой пятилетке предусматривается ввод в стране новых энергетических мощностей в объеме 67 млн. квт. и доведение производства электроэнергии до 1065 млрд. квтч., т. е. рост в 1,4 раза относительно 1970 г. В последующих пятилетках предполагаются удвоения энергетических мощностей за каждые 8—10 лет. Для обеспечения указанных темпов развития энергетики оказываются необходимыми решения ряда перспективных задач научных исследований в атомной энергетике, теплоэнергетике, гидроэнергетике и других областях энергетики. Одной из важнейших является задача создания автоматической системы управления энергетикой страны, названной «АСУ-энергия». В данной статье дается краткая характеристика перспективных задач научных исследований в энергетике республики.

Наиболее важные перспективные задачи научных исследований по энергетике республики могут быть рассмотрены по следующим ее областям.

Атомная энергетика. Эта область энергетики, ныне получающая большое развитие в стране и в ряде стран, призвана быть решающей в ближайшие десятилетия. Намечается удвоение мощностей атомных электростанций за каждые 8 лет. Для характеристики состояния атомной энергетики в настоящее время отметим следующие ее показатели. По данным академика А. П. Александрова себестоимость электроэнергии, генерируемой на АЭС в настоящее время, ниже себестоимости электроэнергии, генерируемой на тепловых электростанциях, работающих на каменном угле.

Из введенных в 1970 г. в эксплуатацию генерирующих мощностей в США доля атомных электростанций составляет 21,1%. Тенденция роста мощностей АЭС в США сохраняется и на будущие годы. Строительство АЭС связывается с ожидаемым дефицитом в топливном балансе. Среди целого ряда задач научных исследований по атомной энергетике одной из важнейших является задача создания гибридной машины, моделирующей установившиеся и переходные режимы атомной электростанции. Такие работы ведутся как у нас в стране, так и за рубежом. Они начаты в 1972 г. и у нас в республике — в Армянском НИИ энергетики. В связи с вводом в ближайшие годы Армянской АЭС возникает важная

задача исследования динамической устойчивости режимов Армянской и Закавказской энергосистем. В частности, разработка алгоритма и средств управления режимами энергосистемы при внезапных и длительных отключениях в энергосистеме крупных генерирующих мощностей. Над решением этой сложной технической задачи успешно работают совместно коллективы лабораторий электрических систем Арм. НИИЭ и ЕрПИ. В результате исследований этой задачи должны быть предложены средства автоматического управления возникающими динамическими процессами энергосистемы.

В настоящее время исследованиями этой задачи занимаются в Ленинградском институте электромеханики и в Москве — в ВНИИЭ. В указанных институтах моделируется схема «станция — система бесконечной мощности». Работы Арм. НИИЭ ведутся на более подробной моделируемой схеме «многомашинной системы».

Теплоэнергетика. Главнейшим направлением научных исследований в этой области энергетики является разработка ряда задач, решения которых обеспечат снижение удельных расходов топлива на выработку одного киловаттчаса электроэнергии. К числу таких задач относится, в первую очередь, внедрение блоков мощностью в 500, 800, 1200 мегаватт, а в перспективе и блоков мощностью в 2000 и 3000 мегвт. Весьма важным является участие научно-исследовательских коллективов республики и ведущихся в ряде научных центров страны исследования по созданию средств автоматики и вычислительной техники для управления процессами пуска, регулирования и останова крупных блоков-агрегатов, тепловых электростанций. Имеющийся в Арм. НИИЭ и в ЕрПИ опыт по разработке задач оптимизации режимов тепловых электростанций и теплоцентралей, а также специализированных аналоговых машин по управлению такими режимами дает основание говорить о возможности развертывания научно-исследовательских работ в указанной области. Исследования по теплофикации и хладоснабжению городов республики также следует относить к числу перспективных задач теплоэнергетики. Некоторые из уже выполненных работ, а именно, схемы теплофикации городов: Ереван, Ленинакан, Кировакан и Раздан должны быть внедрены в ближайшие годы.

Представляются перспективными также исследования задач по выявлению и оптимальному использованию регулирующих возможностей блоков мощностью в 150 и 200 мегвт тепловых электростанций республики.

Гидроэнергетика. Особо важной, перспективной является задача создания насосно-аккумулирующих гидроэлектростанций (НАГЭС) в республике. Режимы энергосистем на ближайшие десятилетия представляются тенденцией к резко выраженным неравномерным графикам нагрузок. Преодоления «вечерних пиков» и «ночных провалов» суточных графиков нагрузок энергосистем и сезонных неравномерностей в ее режимах превращаются в серьезные проблемы в перспективном этапе развития энергетики. Начатые в Армгидропроекте и Арм. НИИЭ иссле-

дования по технико-экономическому обоснованию строительства в республике ряда НАГЭС должны быть углублены и расширены. Перспективы в этой области исследований основываются на больших потенциальных возможностях, которыми располагает гидроэнергетика республики. В частности имеются реальные возможности сооружения НАГЭС на берегу озера Севан мощностью от 400 до 1200 тыс. кВт. с напором 400 м и более. Наличие в энергосистеме НАГЭС послужит основанием для экономичного решения проблемы регулирующих мощностей.

Электроэнергетика. Важнейшей задачей, решение которой позволит получить значительный экономический эффект в энергетике, является учет в оптимизационных расчетах потерь электроэнергии в электрических сетях энергосистем. Для решения задач оптимизации режимов энергосистем и их объединений с учетом потерь энергии в сетях необходимы ЭЦВМ, обладающие большим быстродействием и большим объемом оперативной памяти чем те, что используются в настоящее время.

Задача расчета потерь мощности и электроэнергии в сетях и их учет в оптимизации режимов систем представляется одной из перспективных в научных исследованиях по электроэнергетике. К числу важнейших относятся также исследования межсистемных электропередач напряжением 500 кв. призванных обеспечить нужный уровень устойчивости установившихся и переходных электромеханических режимов энергосистем. К числу важных относится также исследование режимов систем, связанных с несимметричностью развивающихся трехфазных сетей и несинусоидальностью токов ряда нагрузок, в частности, электрической тяги и электротермии. Проблема предотвращения нарушения режимов параллельной работы энергосистем в объединении или в проблеме статической и динамической устойчивости должна быть всегда в центре внимания исследователей в области электроэнергетики. В перспективных планах исследований стоят вопросы разработки алгоритмов и программ расчета самых различных режимов по принципу иерархии. В этой проблеме особо трудными представляются методы эквивалентирования развивающихся схем электрических сетей, содержащих несколько десятков тысяч узлов, к которым подключено множество генераторных станций и нагрузок с нелинейными статическими и динамическими характеристиками.

Экономика энергетики. Задачи оптимизации управления экономическими процессами энергетики, составляющие главное содержание проблемы создания «АСУ-энергия», являются наиболее сложными и наименее разработанными в настоящее время. По существу не поддается математической формулировке сложная проблема экономической оптимизации энергетики, являющейся, в свою очередь, одной из важнейших отраслей народного хозяйства страны. Предполагаемые различными авторами приближенные математические модели оптимального управления экономикой энергетики содержат целый ряд противоречий и спорных положений. Лабораторией общей энергетики Арм. НИИЭ на основе изучения фактических материалов по экономике ряда конкретных энер-

госистем (Саратовэнерго, Орелэнерго, Сахалинэнерго и др.) был выявлен целый ряд противоречий в существующих алгоритмах управления экономикой энергетики. Важнейшей является задача хотя-бы приближенной математической формулировки проблемы оптимизации экономики энергетики с множеством ограничений, накладываемых на управляемые параметры. Весьма важной для республики является проблема топливно-энергетического баланса для уровней развития народного хозяйства на 1980—2000 гг. Эта проблема содержит в себе множество задач, решение которых связывается с проблемой развития промышленности, сельского хозяйства, строительства, транспорта и других отраслей народного хозяйства республики. Целью этих исследований является прогнозирование развития Армянской энергосистемы, определение потребности республики в электроэнергии и топливе вплоть до 2000 г. и изыскание источников, покрывающих эти потребности.

Специализированные машины. За последние годы в Арм. НИИЭ был разработан, сконструирован и изготовлен ряд специализированных вычислительных машин аналогового принципа действия, необходимых для энергетических систем страны и отдельных станций. К числу таких машин относится АМЭС—2 (автоматизированная модель энергосистем), модернизированный ее вариант АМЭС—2М, устройство для оптимизации теплоэлектроцентралей, устройство для пуска барабанный котла, устройства для выборки оптимального решения и др. Опытные образцы этих машин внедрены в Читэнерго, Киргизэнерго, Молдавэнерго, Донбассэнерго, Волгоградэнерго. На Опытном производстве института находится в стадии изготовления опытная партия из 15 машин АМЭС—2М, подлежащих внедрению в различных энергосистемах страны. Значительный экономический эффект, уже полученный и ожидаемый от внедрения в энергетику специализированных аналоговых машин, послужил основанием для дальнейшего развития этой области исследований в энергетике. В качестве одной из важнейших перспективных работ в этой области следует признать гибридной (сочетающей положительные свойства цифровой и аналоговой техники) машины для моделирования и управления сложными динамическими процессами, имеющими место в объединенных энергосистемах. Исследования показывают, что задачи внедрения в энергосистемах различного рода автоматических устройств, необходимых для предотвращения пагубных последствий от крупных аварий, могут быть успешно решены только с помощью гибридных машин. В США, после известной тяжелой аварии в 1965 г., приведшей к прекращению электроснабжения ряда штатов в течение более 10 часов, были выделены большие средства для разработки гибридной специализированной машины, моделирующей энергосистему из 150 станций и несколько сот других узлов системы. Кроме создания такого типа мощной гибридной машины, в энергетике необходимы также специализированные гибридные или аналоговые машины для моделирования атомных электростанций, тепловых электроцентралей, тепловых сетей

городских электрических сетей и других элементов быстро развивающихся энергетических систем.

Автоматизированная система управления (АСУ) — «Энергия». Создание АСУ «Энергия» одна из сложных проблем, над решением которой работают большое число научно-исследовательских и проектно-конструкторных организаций Минэнерго СССР. В работах по созданию АСУ Армянской энергосистемы безусловно должны принять участие соответствующие организации республики. К числу важнейших задач по проблеме АСУ энергетики республики относятся разработка вопросов обеспечения информационными материалами, необходимыми для программ, используемым в подсистеме производства, распределения и реализации электроэнергии. Разработка основных положений по унификации документации, циркулирующей в системе управления. Разработка задач, связанных с преобразованием информации аналоговой формы в информацию дискретную и наоборот. Разработка алгоритмов оптимизации режимов республиканской энергосистемы с учетом ее связей с Закавказскими энергосистемами. Организация информационного и вычислительного центров для АСУ Армглавэнерго. Внедрение системы абонентских выносных пультов. Исследования возможностей совместной работы аналоговых вычислительных машин МН-18 и АМЭС-2М с ЦВМ ВЦ Армглавэнерго.

Разработка и внедрение программы расчетов технико-экономических показателей тепловых электростанций республики. Внедрение программы оптимизации режимов тепловой электростанции. Разработка и внедрение программы расчета ежесуточных показателей работы ГЭС Севано-Разданского и Воротанского каскадов и притоков воды к створу ГЭС и в водохранилища. Разработка и внедрение программы оперативного анализа режима Ереванской ТЭЦ. Внедрение программ: расчета установившихся режимов электрической сети системы; расчета статической и динамической устойчивости; оптимизации суточного режима энергосистемы. Внедрение программы выбора оптимальных разрезов городских электрических сетей. Разработка информационно-вычислительной системы городских электросетей. Разработка программы оперативного учета и планирования производственных технико-экономических показателей энергосистемы. Разработка программ расчета результирующей устойчивости с учетом эксплуатационных ограничений. Разработка программы расчета потерь электрической энергии в сетях 10; 6 и 0,4 кВ. Разработка программы расчета с бытовыми абонентами за электроэнергию. Разработка программы эквивалентирования электрической сети системы, начиная с уровня 0,4 кВ для расчетов установившихся режимов и потерь. Разработка программ учета и анализа технико-экономических показателей работы энергосистемы за месяц, квартал, год. Централизованного бухгалтерского учета и отчетности; учета кадров. Разработка и внедрение программы анализа схемы автоматической частотной разгрузки (АЧР) и частотного автоматического повторного

включения (ЧАПВ). Разработка программы автоматизированного учета счетчиков-потребителей электроэнергии. Разработка модели материально-технического снабжения. Разработка программы оперативного учета использования гидроресурсов. Разработка программ прогноза электропотребления и покрытия нагрузок с учетом вероятностного характера исходной информации. Разработка алгоритмов оценки эффективности различных вариантов оперативного управления экономичным режимом системы.

Задачи создания технических средств, обеспечивающих сопряжение управляющих цифровых машин с объектами энергетики, внедрения различных устройств сбора, преобразования и обработки информации, необходимых для «АСУ-энергия», безусловно относятся к классу перспективных научных исследований. В решение этих сложных задач могут внести свой вклад различные научно-исследовательские, проектно-конструкторские и технологические организации нашей республики.

Выводы:

1. Для обеспечения решения сложных проблем развития энергетики республики вплоть до 2000 г. оказываются необходимыми исследования целого ряда перспективных научно-исследовательских задач в различных областях энергетики. Наиболее важными представляются разработки математических моделей, необходимых для оптимального управления сложными экономическими и техническими процессами в энергосистеме и в отдельных ее узлах.

2. Наряду с широким внедрением ЭЦВМ в энергетике необходимы также специализированные гибридные вычислительные и управляющие машины, призванные обеспечивать не только экономичность управления энергетикой как важной отраслью народного хозяйства страны, но и устойчивость и надежность работы энергетической системы, как элемента создаваемой единой энергосистемы страны.

АРМ. ПИИЭ

Поступило 13. II. 1972.

Հ. Տ. ԱՎՈՆՑ

ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԷՆԵՐԳԵՏԻԿԱՅԻՄ ԳԻՏԱԿԱՆ
ԷՆՏԱԳՈՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՀԵՌԱՆԱԲԱՐԱՅԻՆ ԿԵՆՏՐՆԵՐԸ

Ա. Վ. Փ Ո Փ Ո Վ

Էներգետիկ մինչև 2000 թ. հանրապետության էներգետիկայի զարգացման բարդ խնդիրների իրագործումն ապահովելու համար անհրաժեշտություն է առաջանում կատարել մի ամբողջ շարք հետազոտային գիտահետազոտական աշխատանքներ էներգետիկայի պահպան քննադատներում:

Ուսումնական կարևոր է մաթեմատիկական մոդելների մշակումը, որոնք անհրաժեշտ են էներգահամակարգում և նրա առանձին հանգույցներում բարդ տեսնական և տեխնոլոգիական պրոցեսների լավագույն կառավարման համար:

Էներգետիկայում էԲՎԸ-ների լայն ներդրումը դուրսնիլու է անհրաժեշտ են նաև մասնագիտացված աշխատող և կառավարող ֆերրիտային մեքինաներ, որոնք կոչված են ապահովելու ոչ միայն էներգետիկայի, որպես երկրի մոնոփրոդակտն տնտեսության կարևոր քնադավաճի, կառավարման խնայողականությունը, այլև էներգետիկական համակարգի, որպես երկրի առնչվող միացյալ էներգահամակարգի տարրի, աշխատանքի կայունությունն ու հուսալիությունը:

В. В. ПИНАДЖЯН

О ТЕХНИЧЕСКОМ ПРОГРЕССЕ В ОБЛАСТИ БЕТОНА И
ЖЕЛЕЗОБЕТОНА И НЕКОТОРЫХ ОСНОВНЫХ ЗАДАЧАХ
ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

1. Объем производства бетона и железобетона в Армянской ССР за последние несколько десятилетий непрерывно увеличивался. Начало создания новой отрасли строительной индустрии — промышленности сборного железобетона было положено в результате реализации постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 19 августа 1954 г. «О развитии производства сборных железобетонных конструкций и деталей для строительства». На многих заводах, полигонах и стендах, функционирующих в крупных пунктах сосредоточенного строительства, было организовано серийное производство сборных элементов железобетонных конструкций для различных областей строительства, для конструкций и сооружений различного назначения. Применение сборного железобетона позволило перейти к широкому использованию типовых проектов, повысить уровень индустриализации, сократить удельную численность рабочих и сроки строительства. Поэтому с середины 50-х годов сборный железобетон получил значительное применение не только в промышленном, энергетическом, транспортном, но и в жилищно-гражданском и несколько позже в сельском строительстве.

В начале 60-х годов металлургической промышленностью страны было освоено производство новых высокоэффективных видов арматуры. К их числу относятся пряди из высокопрочной проволоки и стержни периодического профиля из низколегированных сталей различных классов, прочностные характеристики которых в несколько раз выше, чем у обычной строительной стали. Несколько раньше в производственных условиях были получены легкие бетоны прочностью на сжатие 400 кг/см^2 на базе естественных пористых заполнителей (пеношлак, перлит), и тяжелые бетоны прочностью 500 кг/см^2 на основе плотных заполнителей (базальт, гранит и др.).

Республиканскими научно-исследовательскими институтами (АИСМ, Институт Механики АН Арм. ССР и др.) проводились целенаправленные систематические работы по изучению физико-механических и реологических свойств бетонов. Были изучены деформативность, трещино-стойкость, прочность и выносливость обычных и преднапряженных конструкций из легких бетонов на естественных пористых заполнителях, армированных высокопрочной проволокой, стержнями и прядями, при

различных статических и динамических воздействиях. Значительное внимание было уделено изучению стойкости таких конструкций в условиях повышенной влажности и химически агрессивной среды, изучению долговечности несущих и ограждающих конструкций в лабораторных условиях и в натуре с учетом фактора времени. Исследовались особенности работы монолитных и сборных конструкций в условиях сейсмических воздействий, а также однородность бетонов на заводах и полигонах железобетонных конструкций, и в эксплуатируемых зданиях и сооружениях.

По результатам научно-исследовательских и проектных работ с учетом опыта строительства Госстрой Арм. ССР издал нормативные положения, которые впервые регламентируют применение легкого бетона и железобетона на естественных заполнителях в несущих и ограждающих конструкциях различного назначения.

Достижения теории железобетона, накопленный опыт проектирования и строительства, наличие высокопрочной арматуры и бетонов послужили мощным импульсом для промышленного производства предварительно напряженных конструкций, доля которых в общем объеме сборного железобетона в данное время составляет 22%. В связи с применением этого весьма эффективного вида железобетона расход стали в несущих конструкциях сократился до 25—35%, по сравнению с аналогичными конструкциями с ненапрягаемой арматурой, а трудоемкость изготовления уменьшилась до 15%. Одновременно повысилась жесткость и трещиностойкость конструкций, что имеет важное значение не только при транспортировке элементов конструкций, но и при их эксплуатации.

Реализация небывалой по масштабам программы жилищно-гражданского строительства, проблемы социального значения, привела к необходимости разработки новых более совершенных архитектурно-планировочных решений зданий и коренному совершенствованию промышленных методов домостроения. Для сейсмических районов были разработаны и внедряются типовые проекты крупнопанельных и каркасно-панельных зданий. Впервые в стране широкое распространение получили здания, возводимые методом подъема этажей и перекрытий [1]. Последние представляют собой цельные на весь этаж безбалочные и безкапитальные плиты из легкого железобетона площадью до 800—900 м². Разработаны и внедряются проекты экспериментальных многоэтажных зданий из легкого железобетона с сборно-монолитным каркасом, осуществляемым из весьма ограниченного числа габаритов элементов.

Совершенствование железобетонных конструкций проводится в направлении повышения их технических показателей и экономичности на основе укрупнения заводских изделий, облегчения их веса, повышения степени заводской готовности, применения эффективных приемов их изготовления, и в необходимых случаях, преднапряженной арматуры. Ведущими республиканскими проектными организациями Армиропроект и Армгоспроект с участием АНСМ разработаны рабочие чертежи типо-

вых преднапряженных панелей — плит из легкого бетона для междуэтажных перекрытий и покрытий зданий, типовые стропильные формы и балки, стеновые панели, элементы лифтовых шахт, лестничных клеток, балконов зданий и т. д.

Ограничиваясь беглым обзором достигнутых успехов, отметим, что к числу наиболее успешно реализованных мероприятий в этой области строительства относятся: массовое применение легкого бетона и железобетона на естественных пористых заполнителях; заводское производство несущих и ограждающих конструкций из легкого железобетона, объем которых в республике в 1971 г. превысил 300 тысяч м³ в год; частичный переход от стендового метода изготовления сборных железобетонных конструкций к поточно-агрегатному; применение предварительно напряженных сборных конструкций; освоение индустриальных методов возведения железобетонных зданий и сооружений; механизация и частичная автоматизация процессов производства бетонных и железобетонных работ.

2. Прогнозные расчеты показывают, что в ближайшие 10 лет объем строительно-монтажных работ в республике примерно удвоится, а за 20 лет увеличится в 3,5—4 раза, при этом бетон и железобетон сохранят свою роль в качестве основных материалов капитального строительства. Имея в виду, что производству бетонных конструкций будет осуществляться при ограниченном росте трудовых ресурсов, необходимо в несколько раз повысить производительность труда. Эта задача может быть решена только на основе индустриализации строительного производства и совершенствования строительных материалов и конструкций [2].

Основными направлениями индустриализации строительного производства являются: коренное улучшение и развитие материально-технической базы по производству бетона и железобетона; повышение доли заводского производства сборных деталей и конструкций с применением высокопроизводительных машин; комплексная механизация строительных работ с применением усовершенствованных агрегатов и средств автоматизации, а также механизированных и электрофицированных инструментов; создание новых типов специализированных мощных машин и подъемного оборудования для транспортировки материалов изделий и конструкций, обладающими повышенными эксплуатационными качествами.

3. Современный промышленный потенциал страны, выявленные природные ресурсы, достижения науки и техники позволяют внести коренные совершенствования в области бетона и железобетона. Развивающееся народное хозяйство требует создания новых видов бетона и арматуры. Это потребует проведения планомерных, систематических исследований свойств этих материалов с целью повышения надежности и экономичности зданий и сооружений, улучшения их эксплуатационных свойств, обеспечения благоприятных условий труда и быта [3].

Одним из основных средств для реализации этих важных задач является создание новых и совершенствование существующих методов

расчета конструкций, зданий и сооружений, испытывающих механические, температурно-влажностные и иные воздействия. В ближайшей перспективе научно-исследовательские работы должны проводиться в направлении развития и совершенствования теории статической и динамической прочности и деформаций бетона и железобетона при воздействии различных нагрузок, с учетом физико-химических процессов твердения; теории напряженного деформированного состояния конструкций с трещинами; теории расчета сжатых гибких элементов с ненапрягаемой и предварительно напряженной арматурой с учетом длительности процессов; теории надежности железобетонных конструкций с учетом влияния технологических и длительно действующих факторов на прочность, трещиностойкость и жесткость конструкций, в особенности при действии поперечных сил и при кручении с изгибом; теории расчета подземных и подводных предварительно напряженных железобетонных сооружений; теории расчета большепролетных оболочек, тонкостенных железобетонных сосудов и в том числе предварительно напряженных (силосы бункера, газгольдеры, резервуары, водонапорные башни и т. д.). Необходимо развить натурные исследования и обобщить опыт применения пространственных железобетонных конструкций; развить исследования в области неупругого расчета оболочек и складчатых систем на сосредоточенные местные и несимметричные нагрузки.

Другим важным направлением технического прогресса является совершенствование технологии производства различных видов бетонов и изделий на пористых и плотных заполнителях, методов их укладки, уплотнения и термообработки; совершенствование методов получения предварительно-напряженных, сборных и монолитных конструкций и методов зимнего бетонирования. Объемная масса применяемых в данное время бетонов должна быть уменьшена по крайней мере на 40% за счет применения новых видов заполнителей и цемента, а также улучшения свойств (прочность, однородность) применяемых пористых заполнителей. В частности, объемную массу теплоизоляционных бетонов следует довести до 400—500 кг/м³, конструктивно-изоляционных бетонов марок 75—100, до 750—800 кг/м³. В недалеком будущем в производственных условиях найдут применение бетоны на плотных заполнителях прочностью на сжатие 600—1000 кг/см². С целью повышения долговечности и надежности сооружений (мосты, каналы, градирии, покрытия дорог и аэропортов и т. д.) потребуются тяжелые и легкие бетоны морозостойкостью более 300 циклов, легкие бетоны, химическая стойкость и водонепроницаемость которых была бы такой же или выше, чем у тяжелых. Потребуются бетоны с повышенной сопротивляемостью на растяжение и скалывание, а также малоусадочные, огнестойкие и жаростойкие бетоны. С целью охраны природы, обеспечения замкнутого цикла производства, наряду с естественными каменными заполнителями, которыми так богата республика, будут применяться искусственные заполнители бетонов, получаемых в результате переработки отходов промышленности.

В свете изложенного научно-исследовательские работы в области технологии бетонов должны проводиться в направлении: развития и совершенствования структуры и деформативных свойств бетонов при различных температурно-влажностных условиях с учетом фактора времени; получения в производственных условиях высокопрочных бетонов марок 600—1000, бетонов марок 400—500 с объемной массой менее $1,7 \text{ т/м}^3$; получения теплоизоляционных бетонов марок 30—40 с объемной массой 400—500 кг/м^3 ; разработки и внедрения бетонов морозостойкостью более 300 циклов; разработки и внедрения автоклавных высокопрочных малощементных бетонов марок до 600, в основном на базе отходов крупных карьеров; получения и внедрения бетонов на новых видах цементов (высокомарочные глиноземистые, напрягающие и безусадочные цементы); разработки и внедрения быстротвердеющих бетонов, позволяющих производить работы в зимних условиях без их тепловой обработки; поиска новых видов добавок для пластификации бетонных смесей, ускорения твердения и повышения качества бетонов; изыскания способов сокращения сроков термообработки изделий.

Другим важным направлением технического прогресса является использование эффективных видов арматуры, а также совершенствование технологии производства арматурных работ. Металлургической промышленностью страны в ближайшее десятилетие будет освоен выпуск стальных канатов и прядей из проволоки прочностью на разрыв 200—250 кг/мм^2 ; катанки периодического профиля диаметром до 10 мм прочностью на разрыв до 140—160 кг/мм^2 ; коррозионностойкой стержневой арматуры периодического профиля с повышенными пластическими характеристиками; свариваемой арматуры сравнительно больших диаметров с пределом текучести выше 80 кг/мм^2 . Будет организовано производство сварных сеток для армированных конструкций.

Довольно широкое распространение получают новые виды арматуры из композиционных материалов, (стеклопластиковая арматура и др.) применение которых будет особенно эффективным, в конструкциях к которым предъявляется специальное требование (немagnetность, низкая электропроводность и др.). Широкое внедрение новых видов арматуры и возрастающие объемы арматурных работ потребуют реконструкции старых и создания новых предприятий с автоматическими линиями по сварке арматурных каркасов и сеток, изготовлению закладных деталей, инвентарных зажимов и анкеров для сборных и в том числе преднапряженных конструкций.

В свете изложенного должны быть усилены научные исследования прочностных и реологических свойств арматуры и сварных соединений при механических и температурных воздействиях. Следует разработать и внедрить автоматизированную технологию заготовки и натяжения арматуры преднапряженных конструкций; индустриальные способы производства арматурных работ на основе комплексной механизации и автоматизации процессов.

Другим важным направлением технического прогресса является коренное совершенствование бетонных и железобетонных конструкций.

Прогресс в этой области может быть обеспечен при реализации следующих мероприятий: разработки, изучения и внедрение рациональных конструктивных форм; широкого применения легкого бетона и в особенности преднапряженного; применения эффективных видов арматуры; уменьшения трудоемкости изготовления и монтажа конструкций.

Конструкции из легкого бетона должны получить преимущественное распространение по сравнению с тяжелыми. Однако для конструкций, испытывающих значительные динамические нагрузки (шпалы, свай, подкрановые балки, опоры турбогенераторов и др.), в некоторых других случаях предпочтение следует отдавать тяжелому бетону в особенности высокопрочному. Надо учесть, что превалирующая роль сборного железобетона в ближайшей перспективе сохранится.

В промышленном и сельскохозяйственном строительстве наряду с одноэтажными зданиями будут возводиться многоэтажные производственные здания. В обоих случаях сетка колонн систематически будет увеличиваться, что обусловлено необходимостью замены морально изношенного оборудования, увеличением габаритов машин и изменением технологических процессов во времени. Поэтому наряду с совершенствованием линейных несущих и ограждающих конструкций зданий, разработкой и освоением крупноразмерных преднапряженных балок и плит пролетом до 24 м и сталежелезобетонных конструкций необходимо разработать, изучить и внедрить пространственные конструкции в виде пилящих систем, оболочек и складок, армоцементных оболочек, подкрепленных стальными или алюминиевыми фермами. В массовом жилищном строительстве сохранится преобладающая роль крупнопанельных многоэтажных зданий, осуществляемых преимущественно из легкого железобетона.

В Армянской ССР, расположенной в сейсмоактивной зоне при большой этажности, найдут также применение каркасно-панельные здания. С целью обеспечения долговечности и огнестойкости, каркасы таких зданий будут осуществляться железобетонными с гибкой или жесткой арматурой с перекрытиями из легкого и ограждающими конструкциями из легкого и ячеистого бетонов.

В недалеком будущем в затесненных районах городов возникнет необходимость постройки высотных зданий (25—30 и более этажей). В многоэтажных зданиях с целью увеличения их сопротивляемости поперечным нагрузкам (сейсмика, ветер) получают применение предварительно напряженные конструкции с натяжением арматуры на готовые конструкции и бетон. Сборный железобетон получит значительно большее распространение в транспортных сооружениях. В частности в мостостроении и тоннелестроении технический прогресс может быть обеспечен на основе разработки и внедрения предварительно напряженных пролетных строений мостов длиной до 33 м из легкого высокопрочного бетона, а также сборных эстакад, оболочек большого диаметра, предва-

нительно напряженных свай для опор мостов; усовершенствованных конструкций зонтов, водонепроницаемых полносборных обделок (тоннели мелкого заложения) и блоков (тоннели глубокого заложения).

Отметим, что экономическая эффективность в результате массового внедрения легкого железобетона будет весьма ощутимой, поскольку заменой тяжелого бетона легким обеспечивается снижение веса конструкций до 30%, снижение расхода стали на 3—8%, снижение трудовых затрат на 0,3—0,5 человеко-дня на 1 м³ изделий.

При постройке зданий и мостов в районах, характеризующихся слабыми и просадочными грунтами широкое применение найдут сваи и свайные основания; при сооружении коммуникаций трубы, колодцы, лотки, шпалы, опоры контактной сети и др. В сельскохозяйственном строительстве возрастет потребность в портативных долговечных линейных элементах (стойки для ограждения пастбищ, стойки виноградных шпалер и др.). Ежегодная потребность в них в республике будет исчисляться несколькими сотнями тысяч кубических метров и поэтому в недалеком будущем следует создать и внедрить автоматизированную технологию массового производства линейных в основном предварительно-напряженных элементов. Резко возрастет потребность в качественных материалах для ограждающих конструкций. В связи с этим необходимо организовать производство конструктивных крупноразмерных волнистых асбестоцементных изделий, в том числе цветных на основе пигментов из природных каменных материалов. Имея в виду, что асбестовое волокно поступает с Урала целесообразно на месте изыскать его полноценные заменители [4].

В большинстве районов Армянской ССР, характеризующихся повышенной сейсмичностью и сравнительно коротким зимним периодом монолитный железобетон может оказаться не только конкурентоспособным, но и более экономичным, чем сборный. Особенно эффективным является разнородность монолитного железобетона — железобетон с жесткой арматурой, который, например, целесообразно применять в массивных сооружениях (плотины, подпорные стены, фундаменты, подводные части сооружений и др.), имеющих сложную конфигурацию, и случае, когда по своим размерам и весу выполнение их в сборном железобетоне затруднено; в сооружениях, где вопрос водо-, газо- и лучепроницаемости конструкций играет решающую роль; при возведении высотных зданий и районах повышенной сейсмичности; в больших пролетных мостах через каньоны, где вопрос монолитности имеет первостепенное значение; в высоких сооружениях и наклонных эстакадах под тяжелые нагрузки с разнотипными элементами, трудно поддающимися членению; при усилении и восстановлении эксплуатируемых зданий и сооружений [5].

В свете изложенного целесообразно развить исследования в направлении изыскания рациональных конструкций свайных оснований, а также сборно-монолитных и монолитных фундаментов, для зданий и сооружений, возводимых в сейсмических районах; совершенствования и вне-

чения большепролетных монолитных и сборно-монолитных конструкций с натяжением арматуры на бетон; совершенствования сборно-монолитных конструкций многоэтажных зданий (например, монолитный каркас с сборными перекрытиями; монолитные плиты на весь этаж здания, опираемые по сборным колоннам и др.); разработки и внедрения сборно-монолитных конструкций с высокопрочной тонкостенной жесткой арматурой и сварными несущими каркасами; разработки и внедрения унифицированной инвентарной многократно оборачиваемой опалубки.

Вследствие коррозии арматуры и бетона ежегодный ущерб, причиненный народному хозяйству республики, исчисляется несколькими миллионами рублей. Поэтому, наряду с совершенствованием бетонных и железобетонных конструкций, необходимо обеспечить их долговечность, т. е. стойкость и надежность конструкций во времени к действию различных факторов внешней среды.

В этом отношении технический прогресс может быть обеспечен при разработке, исследовании и внедрении: специальных цементов, позволяющих повысить стойкость бетона в различных агрессивных средах; специальных лакокрасочных пленочных и других покрытий; модифицированных добавок, обеспечивающих получение плотных и стойких бетонов; коррозионностойких железобетонных конструкций; конструктивных и изоляционных материалов с использованием синтетических смол.

Вполне понятно, что решение многообразных и сложных задач технического прогресса возможно только при опережающем развитии производственной базы по сравнению с темпами роста строительных работ. Поэтому в районах сосредоточенного строительства наряду с реконструкцией и развитием действующих предприятий строительной индустрии должны быть созданы новые комбинаты и узкоспециализированные заводы с высокопроизводительным смесительным и формовочным оборудованием, автоматическими технологическими линиями для массового производства бетонных и железобетонных конструкций и изделий. Строительные объекты должны быть оснащены высокоэффективными средствами механизации (краны, подъемники, агрегаты для устройства свайных оснований, бетононасосы, машины для прокладки коммуникаций и др.); специализированными транспортными средствами повышенной грузоподъемности (панелевозы, цементовозы, бетоновозы и др.); механизированным и электрофицированным портативным инструментом различного назначения.

Поступило 20.VIII. 1972.



Վ. Վ. ՓԻՆԱԶՅԱՆ

ԻՆՏՈՆԻ ԵՎ ԵՐԿԱԹՐԵՏՈՆԻ ԲՆԱԿԱՎԱԹՈՒՄ ՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ ԱՌԱՋՐՆԹԱՑԻ
ԵՎ ՄԻ ՔԱՆԻ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՀԵՏԱԳԱ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒՄՆԵՐԻ ՎԵՐԱԲԵՐՅԱԼ

Ա մ փ ո փ ու մ

Հողվածում նշվում է, որ մոտակա 20 տարիների ընթացքում ՄՍՀՄ-ում կապիտալ շինարարության հիմնական շինանյութն է մնում բետոնը և երկաթբետոնը:

Բետոնի և երկաթբետոնի ասպարեզում տեխնիկական առաջընթացի հիմնական ուղիները, ըստ «Էդինակի, հանդիսանում են՝ շենքերի և կառուցվածքների կոնստրուկցիաների սեփական բուշի իջեցումը՝ ռախտպես լարված և հավաքովի-միաձուլ կոնստրուկցիաների կիրառման ընդլայնումը, երկաթբետոնի մեջ կիրառվող նյութերի որակի և ամրության ցուցանիշների բարձրացումը, նրա (երկաթ բետոնի) պատրաստման տեխնոլոգիայի, աշխատանքների կատարման մեթոդների և կազմակերպման կատարելագործումը, բետոնի և երկաթբետոնի կոնստրուկցիաների որակի և երկարակեցության բարձրացումը:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Шахнисярян С. Х., Исихания Г. С. Развитие строительства в Армении. Изд. «Айастан», Ереван, 1971.
2. Развитие бетона и железобетона в СССР, под ред. К. В. Михайлова, Стройиздат, 1969.
3. Михайлов К. В. Бетон и железобетон в современном строительстве. В сб. «Состояние и перспективы развития бетона и железобетона», Стройиздат, 1972.
4. Корнеев Н. А., Пинаджян В. В., Тонян А. Г. Конструкции на легких бетонах. В сб. «Состояние и перспективы развития бетона и железобетона», Стройиздат, 1972.
5. Пинаджян В. В., Винер Л. Я. Прочность железобетона с несущей арматурой. Изд. «Айастан», Ереван, 1966.

ЭНЕРГЕТИКА

С. Л. КАЗАРЯН

К ВЫБОРУ ОБМОТОК МАШИНЫ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

По методу Крондля [1] качество обмотки, с точки зрения наличия высших гармоник в кривой и. с. (намагничивающей силы), характеризуется показателем:

$$\xi = \frac{R_g^2 - R^2}{R^2} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где R_g — среднее квадратичное всех полярных радиусов, т. е. расстояний зубцовых точек от центра многоугольника Гергеса;

R — радиус окружности основной гармоники и. с., который вычисляется по формуле:

$$R = \frac{m}{\pi} k_{\text{сб}} q n I \sqrt{2}, \quad (2)$$

где m — число фаз обмотки;

$k_{\text{сб}}$ — обмоточный коэффициент основной гармоники;

q — число пазов на полюс и фазу;

n — число проводников в пазу;

I — действующее значение тока в проводнике.

Чем меньше величина ξ , тем слабее выражены высшие гармоники и тем лучше качество обмотки. Следовательно, выбор обмотки может быть произведен лишь после вычисления и сопоставления показателей качества предполагаемых обмоток. Так как количество многоугольников Гергеса для каждого q определяется числом возможных шагов обмотки, то выбор обмотки будет связан с большим объемом графических построений и расчетов. Поэтому целесообразной табулировать значения ξ в зависимости от относительного шага обмотки β при разных значениях q . Однако при этом возникают трудности, связанные с тем, что R_g^2 вычисляется после графического построения многоугольника Гергеса. Их можно избежать, если R_g^2 определять аналитически.

В статье выводится аналитическое выражение R_g^2 для $2m$ — зонных двухслойных обмоток с целым числом пазов на полюс и фазу при $\frac{m-1}{m} \leq \beta \leq 1$ и с $m \geq 2$. При выводе для упрощения рассматриваются многоугольники Гергеса, построенные на одну пару полюсов,

так как при целом числе пазов на полюс и фазу эти многоугольники для остальных пар полюсов повторяются. В диаметральных обмотках (шаг обмотки равен m пазам) во всех q пазах фазовой зоны находятся проводники, принадлежащие одной фазе. Если принять полный ток одного слоя пазов $\frac{n}{2}I\sqrt{2}$ равным $\frac{1}{2q}$, то диаграмма н. с. m -фазной

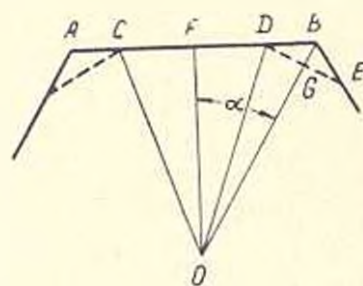


Рис. 1. Диаграмма н. с. одной повторяющейся группы зубцовых точек

обмотки с диаметральной шаг может быть представлена правильным $2m$ -угольником со стороной $AB=1$ (рис. 1). В обмотках с шагом, укороченным на $(1-\beta)m$ пазов, из q пазов фазовой зоны только в $q-(1-\beta)m$ пазах будут находиться проводники, принадлежащие одной фазе, а диаграмма н. с. может быть представлена $4m$ -угольником с чередующимися сторонами $CD=1-(1-\beta)m$ и $DE=(1-\beta)m\cos\alpha$, где $\alpha=\frac{\pi}{2m}$.

Поскольку диаграммы н. с. рассматриваемых обмоток симметричны, определение R_g^2 можно упростить, вычисляя его только для одной повторяющейся группы зубцовых точек. Такой повторяющейся, очевидно, будет группа из q зубцовых точек, расположенных на сторонах CD и DE многоугольника. Расстояние между зубцовыми точками на стороне CD будет равно $1/q$, а на стороне $DE=1/q\cos\alpha$. Условимся считать точки вершин C, D, E и т. д. $4m$ -угольника, относящимися к сторонам первоначального $2m$ -угольника. Тогда на стороне CD число зубцовых точек будет равно $k=q-(1-\beta)m+1$, а на стороне $DE=l=(1-\beta)m-1$, и для R_g^2 можно написать:

$$R_g^2 = \frac{\sum_{i=1}^k R_i^2 + \sum_{j=1}^l R_j^2}{q} \quad (3)$$

где $\sum_{i=1}^k R_i^2$ и $\sum_{j=1}^l R_j^2$ — сумма квадратов полярных радиусов зубцовых точек соответственно стороны CD и DE .

Имеем

$$R_i^2 = OF^2 + \left[CF - (i-1)\frac{1}{q} \right]^2 = OC^2 - \frac{i-1}{q}CD + \left(\frac{i-1}{q} \right)^2, \\ (i=1, 2, 3, \dots, k.)$$

$$R_j^2 = OG^2 + \left(DG - \frac{j}{q}\cos\alpha \right)^2 = OD^2 - \frac{j}{q}DE\cos\alpha + \left(\frac{j}{q}\cos\alpha \right)^2, \\ (j=1, 2, 3, \dots, l.)$$

Таблица 1
Зависимости показателя качества двухфазной двухслойной четырехзонной обмотки
от относительного шага обмотки

β	Показатель качества обмотки β , % при числе пазов на полюс и фазу q									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.000	21,870	8,403	4,680	3,301	2,649	2,291	2,074	1,932	1,835	1,766
0,950	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,632
0,944	—	—	—	—	—	—	—	—	1,670	—
0,938	—	—	—	—	—	—	—	1,721	—	—
0,929	—	—	—	—	—	—	1,803	—	—	—
0,917	—	—	—	—	—	1,925	—	—	—	—
0,900	—	—	—	—	2,129	—	—	—	—	1,360
0,889	—	—	—	—	—	—	—	—	1,351	—
0,875	—	—	—	2,507	—	—	—	1,345	—	—
0,857	—	—	—	—	—	—	1,348	—	—	—
0,850	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,045
0,833	—	—	3,338	—	—	1,375	—	—	1,000	—
0,813	—	—	—	—	—	—	—	0,958	—	—
0,800	—	—	—	—	1,470	—	—	—	—	0,755
0,786	—	—	—	—	—	—	0,932	—	—	—
0,778	—	—	—	—	—	—	—	—	0,704	—
0,750	—	5,835	—	1,771	—	0,962	—	0,675	—	0,541
0,722	—	—	—	—	—	—	—	—	0,527	—
0,714	—	—	—	—	—	—	0,706	—	—	—
0,700	—	—	—	—	1,157	—	—	—	—	0,444
0,688	—	—	—	—	—	—	—	0,577	—	—
0,667	—	—	2,841	—	—	0,890	—	—	0,516	—
0,650	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,434
0,643	—	—	—	—	—	—	0,771	—	—	—
0,625	—	—	—	1,878	—	—	—	0,723	—	—
0,611	—	—	—	—	—	—	—	—	0,711	—
0,600	—	—	—	—	1,480	—	—	—	—	0,717
0,583	—	—	—	—	—	1,296	—	—	—	—
0,571	—	—	—	—	—	—	1,205	—	—	—
0,563	—	—	—	—	—	—	—	1,161	—	—
0,556	—	—	—	—	—	—	—	—	1,141	—
0,550	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,134
0,500	23,370	8,403	4,680	3,301	2,649	2,291	2,074	1,932	1,835	1,766

Тогда

$$\sum_{i=1}^k R_i^2 = kOC^2 - \frac{S_1}{q} CD + \frac{S_2}{q^2}, \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^l R_j^2 = lOD^2 - \frac{S_3}{q} DE \cos \alpha + S_4 \left(\frac{1}{q} \cos \alpha \right)^2, \quad (5)$$

где S_1 и S_2 — соответственно суммы $k-1$ и l членов ряда $1+2+3+\dots$
 $\dots + r + \dots$

S_3 и S_4 — соответственно суммы $k-1$ и l членов ряда $1^2+2^2+3^2+\dots$
 $+\dots + r^2 + \dots$

По условию $k=2$.

Подставляя в (3) выражения (4) и (5), и выражения для OC , OD , CD и DE , полученные из многоугольника Гергеса, после преобразования находим:

Таблица 2

Зависимость показателя качества трехфазной звукоусложненной шестипольной обмотки от относительного шага обмотки λ

λ	Показатель качества обмотки λ , % при числе полюсов $2p$									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.000	9.662	2.844	1.406	0.890	0.648	0.516	0.437	0.385	0.349	0.324
0.967	—	—	—	—	—	—	—	—	0.298	—
0.963	—	—	—	—	—	—	—	—	0.318	—
0.958	—	—	—	—	—	—	—	0.345	—	—
0.952	—	—	—	—	—	—	0.385	—	—	—
0.944	—	—	—	—	—	0.446	—	—	—	—
0.933	—	—	—	—	0.549	—	—	—	—	0.248
0.926	—	—	—	—	—	—	—	—	0.259	—
0.917	—	—	—	0.738	—	—	—	0.276	—	—
0.905	—	—	—	—	—	—	0.303	—	—	—
0.900	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.193
0.889	—	—	1.142	—	—	0.349	—	—	0.199	—
0.875	—	—	—	—	—	—	—	0.212	—	—
0.867	—	—	—	—	0.437	—	—	—	—	0.147
0.857	—	—	—	—	—	—	0.238	—	—	—
0.852	—	—	—	—	—	—	—	—	0.156	—
0.833	—	2.354	—	0.624	—	0.268	—	0.176	—	0.122
0.815	—	—	—	—	—	—	—	—	0.142	—
0.810	—	—	—	—	—	—	0.220	—	—	—
0.800	—	—	—	—	0.411	—	—	—	—	0.123
0.792	—	—	—	—	—	—	—	0.181	—	—
0.778	—	—	1.109	—	—	0.311	—	—	0.161	—
0.767	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.150
0.762	—	—	—	—	—	—	0.258	—	—	—
0.750	—	—	—	0.688	—	—	—	0.228	—	—
0.741	—	—	—	—	—	—	—	—	0.210	—
0.733	—	—	—	—	0.500	—	—	—	—	0.200
0.722	—	—	—	—	—	0.400	—	—	—	—
0.714	—	—	—	—	—	—	0.341	—	—	—
0.708	—	—	—	—	—	—	—	0.305	—	—
0.704	—	—	—	—	—	—	—	—	0.280	—
0.700	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.263
0.667	9.662	2.844	1.406	0.890	0.648	0.516	0.437	0.385	0.349	0.324

$$R_x^2 = a^2 + b^2 + c^2 + d. \quad (6)$$

где

$$a = \frac{m^2 \sin^2 \alpha}{6};$$

$$b = \frac{m^2 (2m \sin^2 \alpha - 1)}{4};$$

$$c = \frac{3m^2 (1 - m \sin^2 \alpha) + \frac{m}{q^2} \sin^2 \alpha}{6};$$

$$d = \frac{2m^2 \sin^2 \alpha - 3m^2 + 3k \lg^2 \alpha + 1 + \frac{2}{q^2} (1 - m \sin^2 \alpha)}{12}$$

С учетом того, что обмоточный коэффициент основной гармоники рассматриваемых обмоток равен

$$k_{\text{об1}} = \frac{\sin \alpha}{q \sin \frac{\alpha}{q}} \sin \frac{3\pi}{2}$$

и что вначале было принято $\frac{n}{2} I \sqrt{2} = \frac{1}{2q}$, формула (2) примет вид:

$$R = \frac{m}{q} \frac{\sin \alpha}{\sin \frac{\alpha}{q}} \sin \frac{3\pi}{2} \quad (7)$$

При прочих равных условиях искажение кривой и, с. уменьшается с увеличением числа фаз. С этой точки зрения наибольшее опасение могут вызвать двух- и трехфазные обмотки. Используя формулы (1), (6) и (7), на ЭЦВМ „Напри“ были вычислены значения пока-

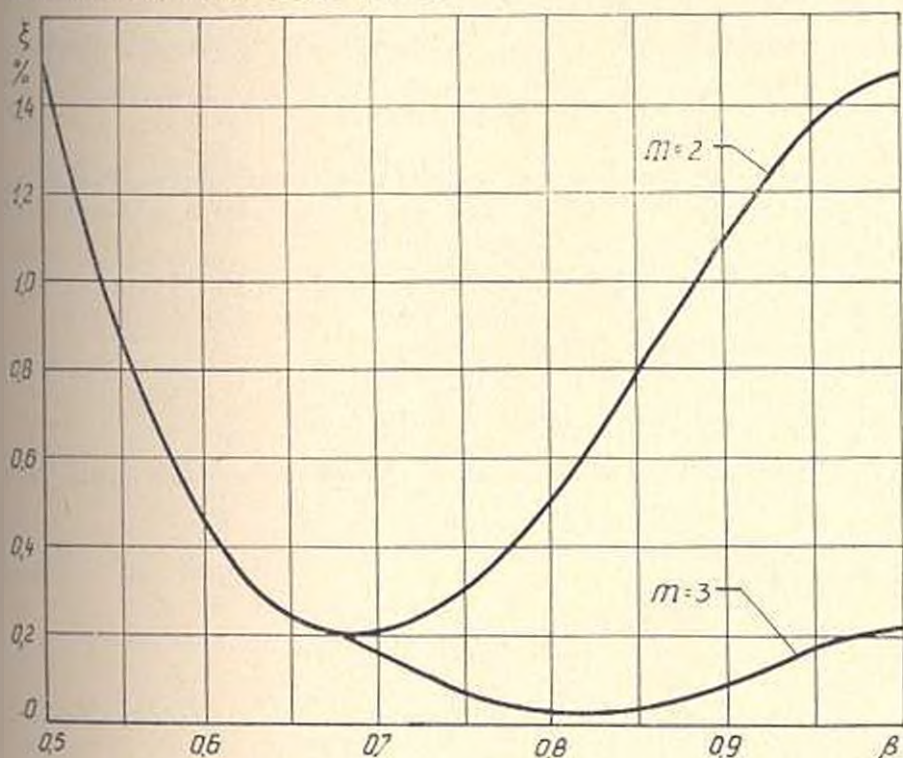


Рис. 2. Зависимость показателя качества обмотки от относительного шага

ателя ξ для двух- и трехфазных обмоток в функции от β для q . Результаты расчета сведены в табл. 1 и 2 (наименьшие значения показателя ξ подчеркнуты).

Отклонения между значениями β , соответствующими наименьшим показателям ξ в табл. 1 и 2 следует объяснить тем, что в обмот-

ках с конечным числом пазов на полюс и фазу относительный шаг β является дискретной величиной.

На рис. 2 представлена зависимость показателя качества ξ от относительного шага β при $q = \infty$ для двух- и трехфазных обмоток. Из представленных кривых следует, что при $q = \infty$ теоретически наименьшим показателем качества двухфазной обмотки является $\xi_{\min} = 0,2\%$ при $\beta = 0,689$, трехфазной — $\xi_{\min} = 0,023\%$ при $\beta = 0,817$.

Табл. 1 и 2 позволяют произвести выбор обмотки, лучшей в отношении минимального содержания высших гармоник в кривой н. с. и определить то значение β , меньше которого укорочение шага обмотки нежелательно.

Ереванский политехнический институт
им. К. Маркса

Поступило 27.XII.1971

Ս. Լ. ԿԱԶԱՐՅԱՆ

ՓՈՓՈԽԱԿԱՆ ՀՈՍՈՒՆԲԵՐ ԵՐԵՎԱՆՆԵՐԻ ՓԱԹՈՒՅԹՆԵՐԻ ԸՆՏՐՄԱՆ ՄԱՍԻՆ

Ա մ փ ո փ ո մ

Առաջարկվում է փոփոխական հոսանքի մեքենաների փաթույթների օրակի ցուցանիշի որոշման անալիտիկ եղանակ՝ երբ մեկ բեկսին ու ֆազին ընկնող փորատների բանակը ամբողջ թիվ է:

Բերված են աղյուսակներ, որոնք հնարավորություն են ընձևում կատարել փաթույթների ընտրում՝ մեղմիականացման ուժի կորի մեջ բարձր հարմունիկաների նվազագույն պարունակությամբ:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Кучера Я., Гавл Я. Обмотки электрических вращательных машин. Прага, 1963.

ЭНЕРГЕТИКА

А. И. МУСАЕЛЯН

К ОЦЕНКЕ ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ РЕАКТИВНЫХ
 СОПРОТИВЛЕНИЙ СЕТИ ПРИ СНИЖЕНИИ ЧАСТОТЫ
 В ЭНЕРГОСИСТЕМЕ

Целью статьи является оценка влияния изменения реактивных сопротивлений элементов сети энергосистемы на протекание переходных режимов, связанных со снижением частоты. Учет этого влияния на ЭЦВМ, хотя он и связан с необходимостью вычисления параметров схемы в каждом промежуточном режиме процесса снижения частоты, не встречает принципиальных затруднений. Достаточно иметь подпрограмму, в которой предусматривается сохранение начальных r и x схемы в течение всего расчета установившегося режима. С большими неудобствами связан учет изменения реактивных сопротивлений сети при изменении частоты в расчетах на автоматизированной модели энергосистемы (АМЭС). Этот учет может быть осуществлен двумя путями: изменением параметров сети на панели сопротивлений; соответствующим изменением рабочей частоты питающего генератора АМЭС.

Первый путь приводит к значительному увеличению трудоемкости и времени расчета. Второй путь неблагоприятно отражается на работе ряда устройств АМЭС, в частности, ее измерительного комплекта генераторного и нагрузочного элементов.

Представляет практический интерес оценка влияния изменения реактивных сопротивлений сети на характер протекания переходных режимов в наиболее существенном для энергосистемы диапазоне изменения частот 50...46,5 Гц (нижний предел этого диапазона совпадает с нижней уставкой первой категории АЧР).

При оценке характера протекания процесса рассматриваются минимальные уровни напряжения в системе, характеризующие условия возникновения лавины напряжения в узлах нагрузок, и уровень зависания частоты, обуславливающий объемы АЧР.

Неучет уменьшения реактивных сопротивлений при снижении частоты, в первую очередь, отражается на величинах потерь мощности, особенно реактивной, и потерь напряжения в электрической сети. Аналитическое представление этих параметров режима в функции частоты не представляется возможным ввиду влияния многочисленных факторов, (статические характеристики нагрузки по частоте и напряжению, $\cos \varphi$ суммарной нагрузки, перераспределение потоков мощности в системе

в зависимости от величины и места возникновения аварийного дефицита). Поэтому не представляется возможной оценка учета изменения реактивных сопротивлений от частоты. Эту оценку можно произвести по результатам конкретных расчетов на ЭЦВМ. Некоторый предварительный качественный анализ исследуемого влияния представляется следующим образом.

В первый момент внезапного возникновения дефицита частота не успевает измениться, но баланс распределяется по отдельным агрегатам системы в соответствии с величинами ε д. с. их фазами и относительной удаленностью станций от места возмущения. В результате большую часть дефицита берут на себя агрегаты близлежащих станций.

По этой причине в первый момент после аварии как активные, так и реактивные суммарные потери в электрической сети увеличиваются незначительно. Затем, по мере изменения углов ε д. с. в соответствии с величинами полученных набросов мощности и инерционностью агрегатов, имеет место перераспределение дополнительной нагрузки между станциями. Резко возрастают перетоки от удаленных станций, что приводит к значительному увеличению потерь мощности. Соответственно возрастают также потери напряжения в сети. В случае учета уменьшения реактивных сопротивлений в процессе снижения частоты потери мощности, особенно реактивной, и потери напряжения в сети оказываются заниженными, а уровни напряжения в системе — ниже действительных. Последнее в определенной мере компенсируется соответствующим снижением потребляемой мощности нагрузок и реакцией АРВ генераторов. В результате, в достаточно широком диапазоне изменения частот, разница между расчетными уровнями напряжения при учете и неучете изменения сопротивлений сети может оказаться незначительной.

Неучет уменьшения реактивных сопротивлений мало влияет также на величину выдаваемой генераторами суммарной активной мощности, характеризующей уровень зависания частоты, так как увеличение потерь активной мощности в этом случае компенсируется снижением потребляемой активной мощности.

С целью количественной оценки указанных факторов были проведены расчеты переходных режимов энергосистем при различных аварийных дефицитах мощности. Выполнялись две серии расчетов:

- 1) Величины реактивных сопротивлений сети принимались неизменными в течение всего процесса снижения частоты $x = x_0$;
- 2) Величины реактивных сопротивлений сети изменялись прямо пропорционально частоте $x = f x_0$.

Ниже приводятся результаты таких расчетов для энергосистемы, эквивалентная схема замещения которой представлена на рис. 1. Параметры схемы r и x (в омах) приведены в табл. 1. Поперечные реактивности сети учитываются в статических характеристиках нагрузки. Принимаются заданными статические характеристики узлов нагрузок по напряжению и частоте, законы регулирования возбуждения и скорости генераторных узлов. Аварийный дефицит в энергосистеме воспроизво-

дится отключением в исходном нормальном режиме 508 мвт генерирующей мощности в узле 16.

В результате расчетов были найдены изменения частоты и других параметров режима во времени. С целью достижения более низких уровней зависания частоты устройства автоматической разгрузки принимались заблокированными.

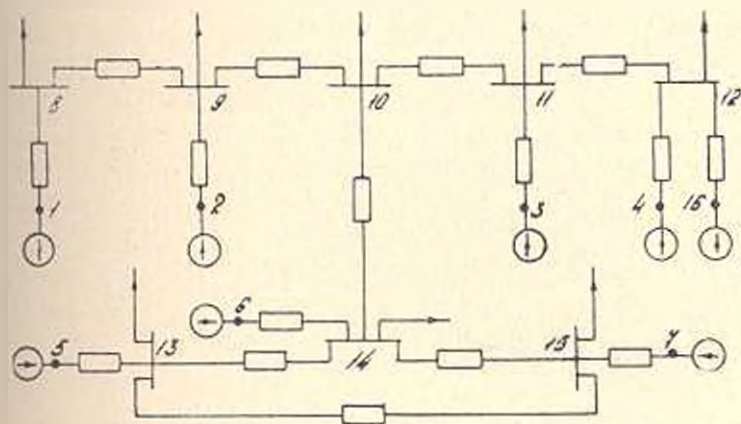


Рис. 1.

Таблица 1

Ветви	r	x	Ветви	r	x	Ветви	r	x
1-8	2.4	6.5	6-14	2.7	8.4	11-12	6.0	18.0
2-9	2.2	6.4	7-15	1.8	9.4	10-14	3.1	38.6
3-11	2.0	9.3	8-9	13.0	34.0	13-14	6.0	15.0
4-12	1.9	9.5	9-10	2.0	31.8	14-15	4.0	9.0
5-13	3.3	10.0	10-11	5.5	42.2	13-15	4.0	10.0

Результаты расчетов представлены в табл. 2. Здесь U — напряжение, кВ; P — активная мощность, мвт; Q — реактивная мощность, мвар.

Из табл. 2 видно, что в случае неучета уменьшения реактивных сопротивлений сети в процессе снижения частоты уровни напряжения в системе оказываются заниженными. В большей мере это относится к узлам аварийной части энергосистемы, где напряжения, рассчитанные с учетом и без учета изменений сопротивлений, отличаются в пределах до 1,25% от номинального при частоте 48 гц и до 2,5% — при частоте 46,7 гц. Вследствие этого в первом случае, в соответствии со статическими характеристиками нагрузок по напряжению, имеет место небольшое занижение как потребляемой, так и генерируемой активной мощности. Так, в случае неучета влияния частоты на величину реактивных сопротивлений сети дефицит активной мощности в системе становится равным нулю при частоте 46,7 гц, в случае же учета этого влияния при той же частоте дефицит составляет примерно 4% от первоначального значения. Разница не велика, если учесть, что устройства АЧР приняты заблокированными. Что же касает-

Таблица 2

Уз- лы	$f = 50 \text{ зц}$						$f = 48 \text{ зц}$						$f = 46,7 \text{ зц}$					
	Нормальный режим			Аварийный режим			$x = x_0$			$x = f x_0$			$x = x_0$			$x = f x_0$		
	U	P	Q	U	P	Q	U	P	Q	U	P	Q	U	P	Q	U	P	Q
1	236.0	480	297	235.5	483	302	228.2	504	322	228.5	507	318	225.2	482	322	225.8	485	315
2	238.0	700	497	237.1	711	518	226.9	739	600	227.4	743	592	224.0	705	597	224.8	707	579
3	234.0	350	409	225.7	417	485	212.5	365	567	213.7	368	555	208.3	344	568	210.7	349	542
4	235.0	808	655	218.4	618	540	210.2	330	668	210.8	333	660	206.1	292	672	207.5	302	652
5	235.0	190	144	234.2	192	149	225.5	201	165	225.9	202	163	222.6	192	164	223.3	193	160
6	234.0	230	157	232.7	234	163	222.4	241	188	222.9	241	185	219.3	232	186	220.4	232	180
7	237.0	350	196	236.2	356	204	228.2	370	237	228.5	372	234	225.3	352	238	225.9	354	231
8	223.1	-380	-260	222.5	-379	-259	213.9	-346	-258	214.8	-347	-259	211.1	-329	-259	212.4	-331	-261
9	218.6	-600	-400	216.9	-596	-395	203.4	-530	-380	204.6	-533	-382	200.4	-501	-380	202.8	-506	-385
10	217.2	-100	-20	211.8	-98	-19	188.6	-86	-18	191.5	-86	-18	185.1	-81	-18	190.6	-82	-18
11	214.9	-510	-340	202.3	-482	-318	184.4	-417	-320	187.1	-422	-320	179.8	-390	-326	185.0	-401	-326
12	215.3	-800	-530	191.0	-721	-481	177.3	-629	-478	179.6	-636	-480	172.8	-584	-480	177.2	-598	-484
13	226.3	-200	-140	225.1	-199	-139	215.4	-178	-135	216.1	-179	-136	212.4	-168	-134	213.8	-169	-136
14	225.8	-170	-100	224.2	-169	-98	212.5	-151	-93	213.4	-152	-94	209.5	-143	-92	211.2	-144	-94
15	227.1	-250	-160	225.9	-249	-159	216.2	-224	-158	216.9	-225	-159	213.2	-211	-159	214.6	-213	-160
по- тери	$\Delta P \ 98 \ \Delta Q \ 405$			$\Delta P \ 118 \ \Delta Q \ 493$			$\Delta P \ 189 \ \Delta Q \ 907$			$\Delta P \ 186 \ \Delta Q \ 859$			$\Delta P \ 185 \ \Delta Q \ 899$			$\Delta P \ 176 \ \Delta Q \ 795$		

на реактивной мощности, то при неучете исследуемого влияния потребление ее меняется мало, а генерация возрастает довольно значительно вследствие увеличения соответствующих потерь в сети.

По результатам исследования могут быть сделаны следующие практические выводы. Расчеты на ЭЦВМ режимов энергосистем, связанных с аварийным дефицитом мощности, с учетом изменения реактивных сопротивлений сети от частоты необходимо выполнять с использованием таких программ установленного режима, в которых предусматривается сохранение начальных параметров схемы r и x в течение всего расчета. Аналогичные расчеты на ЭЦВМ и АМЭС без учета указанного влияния дают несколько заниженные уровни напряжения в узлах и завышенный уровень зависания частоты. Некоторое увеличение объема МП, полученное в результате таких расчетов, следует отнести и запас, так или иначе предусматриваемый ввиду вероятностного характера возникновения дефицитов.

АРМНИНЭ

Поступило 15. V. 1972.

Ա. Ն. ԴՐՈՒՄՅԱՆԻԱՆ

ՑԱՆՑԻ ԻՆՎԵՏԻՉ ԳԻՆԱԳՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՓՈՓՈԽՄԱՆ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅԱՆ
ԳՆԱՀԱՏՈՒՄԸ ԷՆԵՐԳԱՀԱՄԱԿԱՐԳՈՒՄԸ ՀԱՃԱՆՈՒԹՅԱՆ ԻՋՆՑՄԱՆ ԴԵՊՔՈՒՄ

Ա. մ. փ. ռ. լ. ռ. լ.

ԷԼԵԿՏՐ-ի վրա կատարված հաշվարկների հիման վրա տրված է ցանցի ռեակտիվ դիմադրությունների փոփոխման ապոկեյությունը որակական և քանակական դեմատամբ էներգիա-համակարգում հաճախության վթարային իջեցման դեպքում: Յուրջ է տրված, որ նշված ապոկեյությունը հաշվի չառնելու դեպքում հանդույցների լարումները ստացվում են որոշ չափով ցածր, իսկ հաճախության փոքրագույն տրժեքը՝ բարձր իրական մեծություններից: Այդպիսի հաշվարկների հիման վրա ընտրված բևոի անջատման անհրաժեշտ ծավալը ստացվում է որոշ պաշարով, որը միևնույնն է նախատեսվում է, նկատի ունենալով հզորության պակասությունների ծագման համաժանկանային բնույթը:

ЭНЕРГЕТИКА

А. Г. НАЗАРЯН

О МАГНИТНОЙ ПРОВОДИМОСТИ РАССЕЯНИЯ ПО
ГОЛОВКАМ ЗУБЦОВ И ПО ШЛИЦУ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ
МАШИНАХ

Исследования, проведенные на проводящей бумаге [1], показывают, что формулы, полученные по методу [2], не совсем точно отражают действительную картину поля рассеяния пазов электрических машин. В связи с этим, автором проведен анализ поля рассеяния по головкам зубцов и по шлицу с целью уточнения расчета соответствующих составляющих магнитной проводимости. Анализ проводился методом конформного преобразования Кристоффеля-Шварца с применением понятия комплексного магнитного потенциала. При анализе приняты следующие допущения: магнитная проницаемость стали равна бесконечности; противоположная сторона воздушного зазора гладкая; зубчатость учитывается с помощью коэффициента воздушного зазора; кривизна поверхностей статора и ротора пренебрежимо мала; паз бесконечно глубокий.

Расчетная схема показана на рис. 1а. Ввиду ее симметрии рассмотрим только правую половину. Направим ось x плоскости z вдоль поверхности зуба, ось y по оси симметрии паза. Отобразим плоскость z на плоскости w_1 . Обратная величина коэффициента линейного преобразования будет иметь вид:

$$\frac{dz}{dw_1} = \frac{k}{w_1} \sqrt{\frac{w_1 - 1}{w_1 + q}} \quad (1)$$

Введем на плоскости w_1 полярные координаты: $w_1 = re^{j\alpha}$. Рассматривая изменения z и w_1 в окрестностях точек $w_1 = 0$ и $w_1 = \infty$, находим постоянные

$$K = j \frac{b_s}{2\pi} \quad (2)$$

$$q = \frac{b_s}{2\delta^2} \quad (3)$$

Интегрируя (1), получим выражение для преобразующей функции

$$z = K \left[\ln \frac{\sqrt{w_1 + q} + \sqrt{w_1 - 1}}{\sqrt{w_1 + q} - \sqrt{w_1 - 1}} - \frac{2}{\sqrt{q}} \arctg \sqrt{q \frac{w_1 - 1}{w_1 + q}} \right] + N \quad (4)$$

Из соответствия точки B на плоскости z и точки B' на плоскости w_1 находим постоянную N :

$$N = \frac{b_s}{2} + j\delta^1. \quad (5)$$

Подставляя (2), (3), (5) в выражение (4), окончательно получим:

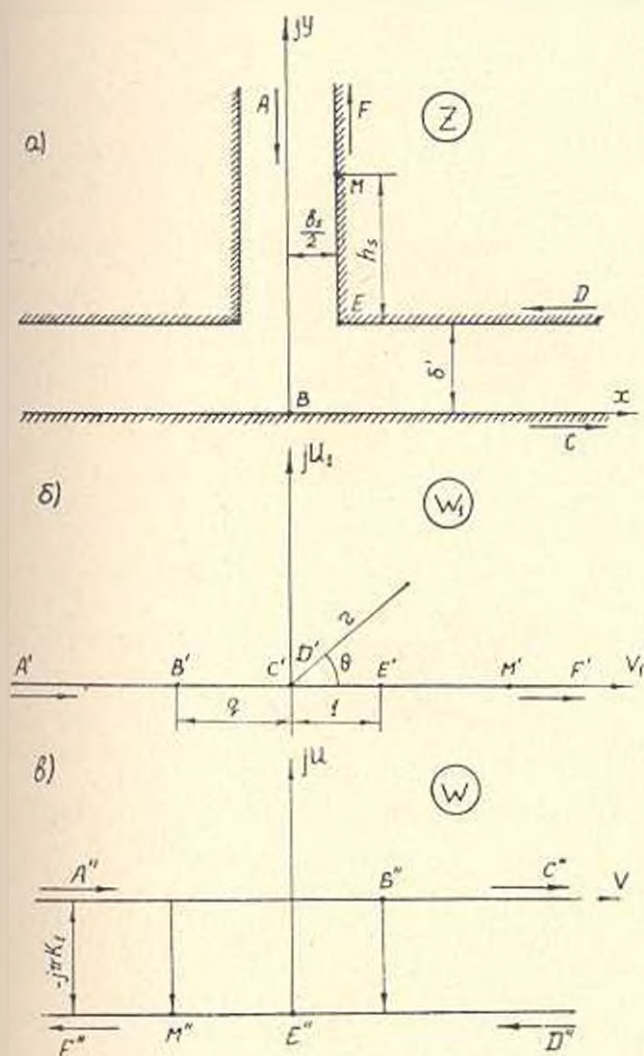


Рис. 1. Конформное преобразование поля рассеяния паза

$$z = j \frac{b_s}{2\pi} \left\{ \ln \frac{\sqrt{w_1 + \left(\frac{b_s}{2\delta^1}\right)^2} - \sqrt{w_1 - 1}}{\sqrt{w_1 + \left(\frac{b_s}{2\delta^1}\right)^2} + \sqrt{w_1 - 1}} \right\} - \frac{4\delta^1}{b_s} \operatorname{arctg} \frac{b_s}{2\delta^1} \sqrt{\frac{w_1 - 1}{w_1 + \left(\frac{b_s}{2\delta^1}\right)^2}} + \frac{b_s}{2} + j\delta^1, \quad (6)$$

Произведем новое преобразование рис. 11 а):

$$w = K_1 \ln(-w_1),$$

$$w = v + ju = K_1 [\ln r + j(\theta - \pi)].$$

Отсюда

$$v = K_1 \ln r; \quad u = K_1(\theta - \pi).$$

Линия $A'B'C'$ соответствует аргументу $\theta = \pi$, поэтому

$$u_{A'B'C'} = 0.$$

Линия $D'E'F'$ соответствует аргументу $\theta = 0$, следовательно

$$u_{D'E'F'} = -K_1\pi.$$

Поверхности $D'E'F''$ и $A'B'C''$ являются эквипотенциальными, при-

чем, потенциал $\varphi_{D'E'F'} = \frac{AW}{2}$, а $\varphi_{A'B'C'} = 0$. Здесь AW — м. д. с. паза.

Тогда функция $u = \text{const}$ соответствует линиям равного скалярного потенциала

$$r = K_2 u \Rightarrow K_1 K_2 (\theta - \pi);$$

функция $v = \text{const}$ соответствует функции потока

$$V = K_2 v = K_1 K_2 \ln r.$$

Здесь K_2 масштабный коэффициент.

$$\text{При } \theta = 0; \quad \varphi_{D'E'F'} = \frac{AW}{2} = -K_1 K_2 \pi.$$

Тогда

$$K_1 K_2 = -\frac{AW}{2\pi}.$$

Окончательно для функции потока получим:

$$V = -\frac{AW}{2\pi} \ln r. \quad (7)$$

Условимся относить к потоку рассеяния по головкам зубцов силовые линии, находящиеся между точками E и B .

$$\text{Тогда } V_{\Gamma\Delta} = V_{H\Gamma} = -\frac{AW}{2\pi} \ln r_{H\Gamma}.$$

Из рис. 16.

$$r_{H\Gamma} = q = \left(\frac{b_s}{2\delta^1} \right)^2.$$

Следовательно,

$$V_{\Gamma\Delta} = \frac{AW}{\pi} \ln \frac{2\delta^1}{b_s}.$$

Магнитную проводимость по головкам зубцов определяем как отношение функции потока к м. д. с. паза:

$$\lambda_{\Gamma 3} = \frac{V_{\Gamma 3}}{AW} = \frac{1}{\pi} \ln \frac{2\delta^1}{b_s} \quad (8)$$

На рис. 2 представлены кривые зависимости $\lambda_{\Gamma 3} = f\left(\frac{b_s}{2\delta^1}\right)$, полученные

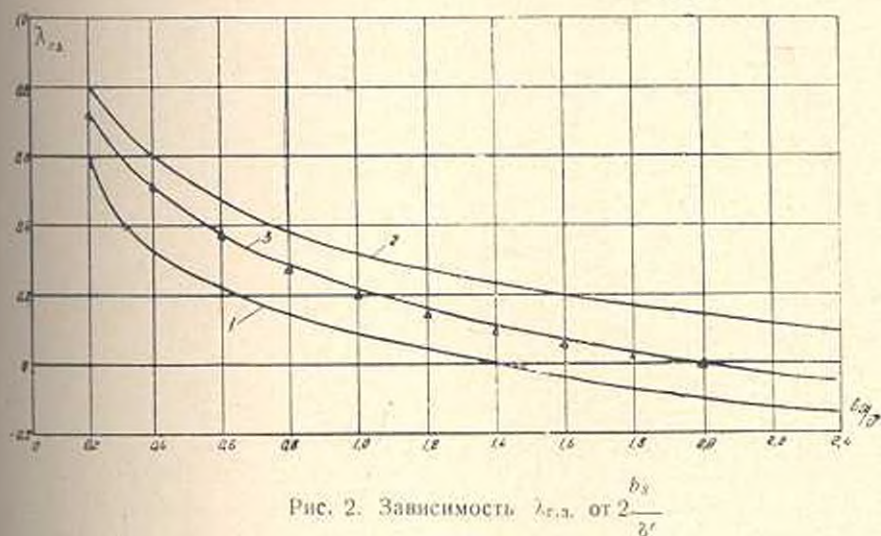


Рис. 2. Зависимость $\lambda_{\Gamma 3}$ от $2\frac{b_s}{\delta^1}$

1.— кривая, полученная по методике [3]; 2 — кривая, полученная по методике [2]; 3 — кривая, вычисленная по формуле (8); треугольники определены по методике [1].

по различным существующим способам расчета и по выражению (8). Следует отметить, что значения $\lambda_{\Gamma 3}$, рассчитанные по (8), дают хорошее совпадение с данными, полученными моделированием картины поля рассеяния на проводящей бумаге [1].

В характерной точке $\frac{b_s}{2\delta^1} = 2$ имеем $\lambda_{\Gamma 3} = 0$.

Физически это объясняется тем, что поток, созданный током в пазу, не замыкается по головкам зубцов: частью проходит через шлиц, а частью — в зубец, расположенный на противоположной стороне воздушного зазора. При $\frac{b_s}{2\delta^1} > 2$ проводимость по головкам зубцов принимает отрицательные значения, что означает уменьшение проводимости

рассеяния по шлицу за счет потоков, ответвляющихся от стенки шлица к противоположной стороне воздушного зазора. Аналогично определяем магнитную проводимость по шлицу. Функция потока по шлицу будет равна (7)

$$V_{\text{шл}} = -V_{\text{ш}} = \frac{AW}{2\pi} \ln r_{\text{ш}}.$$

Здесь M — точка, соответствующая высоте шлица (рис. 1а).

Координата z_m может быть найдена из выражения для преобразующей функции (5)

$$z_m = 0 + jy_m = j \left\{ \frac{b_s}{2\pi} \ln \frac{\sqrt{v_{1m'} + \left(\frac{b_s}{2z'}\right)^2} + \sqrt{v_{1m'} - 1}}{\sqrt{v_{1m'} + \left(\frac{b_s}{2z'}\right)^2} - \sqrt{v_{1m'} - 1}} - \frac{2z'}{\pi} \operatorname{arctg} \frac{b_s}{2z'} \sqrt{\frac{v_{1m'} - 1}{v_{1m'} - \left(\frac{b_s}{2z'}\right)^2}} + z' \right\}.$$

Расчеты показывают, что для обычно применяемых значений $b_s, z', h_s = y_m \cdot z'$ имеют место неравенства:

$$v_{1m'} > 1; v_{1m'} > \left(\frac{b_s}{2z'}\right)^2.$$

Например, при $b_s = 4 \text{ мм}$, $z' = 20 \text{ мм}$, $h_s = 4 \text{ мм}$, что характерно для полюсов успокоительных обмоток крупных синхронных машин, $v_{1m'} = 100$. При $b_s = 10 \text{ мм}$, $z' = 1 \text{ мм}$, $h_s = 16 \text{ мм}$, что имеет место в синхронных машинах мощностью до 100 кВт с открытыми пазами $v_{1m'} = 270000$.

С учетом приведенных выше неравенств после преобразования получим:

$$\ln v_{m'} = \ln v_{1m'} = \frac{h_s}{b_s} 2\pi + \ln \frac{1 + \left(\frac{b_s}{2z'}\right)^2}{4} + \frac{4z'}{b_s} \operatorname{arctg} \frac{b_s}{2z'}.$$

Магнитная проводимость по шлицу будет равна:

$$i_{\text{шл}} = \frac{h_s}{b_s} + \frac{1}{\pi} \left[\ln \frac{\sqrt{1 + \left(\frac{b_s}{2z'}\right)^2}}{2} + \frac{2z'}{b_s} \operatorname{arctg} \frac{b_s}{2z'} \right].$$

$$\text{При } z' \gg h_s, i_{\text{шл}} = \frac{h_s}{b_s} + 0,1.$$

Выражения (9) и (10), полученные методом конформных преобразований, учитывают "выпучивание" силовых линий магнитного поля у кромки зубцов.

В таблице 1 приведены значения удельной магнитной проводимости по шлицу для случая $h_s = 4 \text{ мм}$ при различных значениях воздушного зазора z' и ширины открытия паза b_s . В этой таблице в числителе приведены значения, вычисленные по формулам автора, в знаменателе — значения, вычисленные согласно [1].

Таблица 1

$\frac{r_{\text{в.м.}}}{r_{\text{г.м.}}}$	1	2	3	4
1	$\frac{4.11}{4.11}$	$\frac{2.14}{2.24}$	$\frac{1.497}{1.465}$	$\frac{1.142}{1.075}$
1.5	$\frac{4.104}{4.100}$	$\frac{2.12}{2.12}$	$\frac{1.458}{1.570}$	$\frac{1.132}{1.185}$
4	$\frac{4.098}{4.100}$	$\frac{2.1}{2.1}$	$\frac{1.416}{1.430}$	$\frac{1.111}{1.110}$
6	$\frac{4.097}{4.100}$	$\frac{2.1}{2.1}$	$\frac{1.416}{1.430}$	$\frac{1.102}{1.095}$
8	$\frac{4.097}{4.100}$	$\frac{2.098}{2.100}$	$\frac{1.416}{1.430}$	$\frac{1.102}{1.095}$
10	$\frac{4.097}{4.100}$	$\frac{2.098}{2.100}$	$\frac{1.416}{1.430}$	$\frac{1.102}{1.095}$
20	$\frac{4.097}{4.100}$	$\frac{2.095}{2.100}$	$\frac{1.416}{1.430}$	$\frac{1.100}{1.095}$
30	$\frac{4.097}{4.100}$	$\frac{2.095}{2.100}$	$\frac{1.416}{1.430}$	$\frac{1.100}{1.095}$

Ериванский политехнический институт им. К. Маркса

Получено 6. XII. 1971.

Ա. Հ. ՆԱԶԱՐԵԱՆ

ՀԷԼԵԿՏՐԱԿԱՆ ՄԵՔԵՆԱՆԵՐՈՒՄ ԱՏԱՐԴԱՅԻՆ ԵՎ ԳՈՐԱՏԱՅԻՆ ՑՐՄԱՆ ՄԱՐԿԻՍԿԱԿԱՆ ՀԱՂՈՐԴԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՄԱՍԻՆ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Հետզանգիստ բերված են էլեկտրական մեքենաների փորտառների ցրման դաշտի հետազոտման արդյունքները, կատարված Բրիտաոֆել-Շվարցի կոնֆորմ արտապատկերման եղանակով՝ կոմպլեքսային մաղնիսական պոտենցիալի տեսակցության օգտագործմամբ: Առամենային և փորտառային ցրման մաղնիսականության որոշման համար ստացված են համեմատաբար պարզ արտահայտություններ: Ստացված արդյունքները նամենատված են պոլայության անեցող հաշվարկային եղանակների հետ:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Кижан Б. К. Картиня поля рассеяния в воздушном пространстве электрических машин. Известия ВУЗ-ов, «Электромеханика», №10, 1963.
2. Ломиленич Я. Б., Домбровский В. В., Кимовский Е. Я. Параметры электрических машин переменного тока. «Илука», М.—Л., 1965.
3. Геллаш М. Е. Новый подход к определению индуктивных сопротивлений синхронной машины. Госэнергоиздат, М.—Л., 1959.

МАШИНОСТРОЕНИЕ

Р. В. АМБАРИЦУМЯНЦ

СИНТЕЗ ЗУБЧАТО-РЫЧАЖНОГО МЕХАНИЗМА
ПЕРИОДИЧЕСКОГО ПОВОРОТА С РЕГУЛИРОВКОЙ ЧИСЛА
ПОЗИЦИЙ

В современных технологических машинах широкое применение нашли механизмы периодического одностороннего поворота, в которых требуется получить несколько следующих одна за другой позиций ведомого звена с большим временем остановки за один оборот распределительного вала. В связи с изменением формы выпускаемой продукции часто возникает необходимость регулировать число позиций ведомого вала. В машинах-автоматах обычно применяются трехзвенные механизмы, обладающие рядом существенных недостатков [1]. Регулирование числа позиций у этих механизмов достигается заменой сменных шестерен или изменением длин подвижных звеньев [2], что связано с дополнительными трудностями. Применение же рычажных и зубчато-рычажных механизмов не давало ожидаемого результата, так как эти механизмы обеспечивают остановку ведомого звена на сравнительно малом угле поворота ведущего звена (равном $120 - 130^\circ$). Дальнейшее увеличение угла выстоя достигается усложнением конструкции механизма, что приводит к резкому увеличению величины угловых скоростей и ускорений ведомого звена и период его вращения. Кстати говоря, вопросы регулирования числа позиций ведомого вала этих механизмов мало освещены.

В связи с этим рассмотрим решение задачи синтеза комбинированного зубчато-рычажного механизма периодического поворота в случае, когда заданы число позиций ведомого вала и величина угла выстоя (в пределах до 300°). Одновременно установим возможность регулирования числа позиций.

Выбираем в качестве базисного пятизвенный зубчато-рычажный механизм с остановкой ведомого коромысла FD (рис.1) на угле поворота кривошипа OA , равного Φ_n [3]. Звено FD жестко соединим со звездочкой муфты обгона, а ведомый вал — с обоймой этой муфты. С помощью полученного механизма можно получить большие углы выстоя, что обусловлено следующим. На угле поворота ведущего кривошипа $\varphi = \Phi_n$ звена FD неподвижно, а на угле поворота $\varphi = 2\pi - \Phi_n$ звено FD совершает качание. Совершенно очевидно, что в одном направлении вращения коромысла обойма муфты обгона вращается, а в другом направлении она неподвижна.

Обозначим через Φ_M угол поворота ведущего кривошипа, на котором обойма муфты обгона неподвижна, но коромысло FD вращается. Полная величина угла выстоя рабочего вала

$$\Phi = \Phi_H + \Phi_M. \quad (1)$$

Значит, обойма муфты обгона вращается на угле поворота ведущего кривошипа OA , равного

$$\alpha = 2\pi - (\Phi_H + \Phi_M). \quad (2)$$

Из сказанного следует, что угол поворота ведомого вала полученного зубчато-рычажного механизма зависит от угла размаха коромысла FD . Следовательно, соответствующим выбором длины коромысла FD и его центра вращения можно получить заданное число позиций. Таким образом, решение задачи синтеза зубчато-рычажного механизма периодического поворота с заданным числом позиций ведомого вала и временем остановки следует произвести в два этапа, при которых определяются параметры пятизвенного зубчато-рычажного механизма (кроме длины ведомого коромысла) по заданному значению угла Φ_H ; определяются длина ведомого коромысла и положение его центра вращения, исходя из заданного числа позиций ведомого вала и угла выстоя Φ .

Параметры пятизвенного зубчато-рычажного механизма были определены в [3]. Вкратце задача сводится к следующему. К сателлитной точке M и к точке F стойки трехзвенного планетарного механизма присоединяется трехшарнирная двухполюдовая группа MDF (см. рис. 1). Принимается, что длина водила OA равна радиусу начальной окружности сателлита. При таком условии точки сателлита, не лежащие на его начальной окружности, описывают эллипсы. Причем, большая ось OX описываемого эллипса совпадает с положением водила OA , когда она образует прямую линию с отрезком AM , а малая ось OY проходит через центр шарнира. Угловой сателлитной кривой M_1, M_2 (соответствующий заданному углу остановки Φ_H) аппроксимируется дугой окружности, центр которой находится на оси OY . Если обозначить через λ расстояние от точки M до центра шарнира O , то параметры указанной окружности таковы

$$\lambda = \frac{2}{1-\lambda} (1 + \sin \varphi_1); \quad (3)$$

$$r = \frac{1 - (1-\lambda)^2 + 4\lambda^2(1 + \sin \varphi_1)^2 + 0,5(1-\lambda)^2[(1 + \sin \varphi_1)^2 + 4\sin^2 \varphi_1]}{1-\lambda}. \quad (4)$$

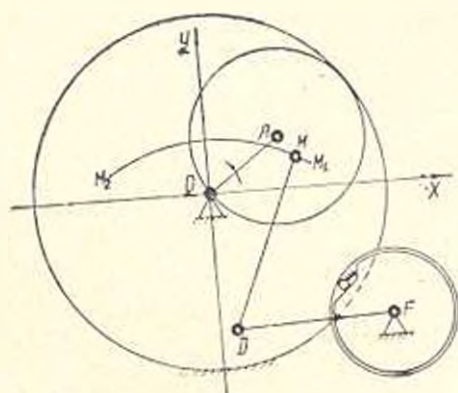


Рис. 1

где x — ордината центра D_0 аппроксимирующей окружности;
 r — радиус аппроксимирующей окружности;

$$\lambda = \frac{\sin \gamma \pm \cos \varphi_1}{\cos(\varphi_1 - \gamma)}, \quad (5)$$

$$\text{где } \varphi_1 = \frac{1}{2}(\pi - \Phi_{II}).$$

Значением угла γ необходимо задаваться на основании неравенств

$$\gamma \geq \arcsin\left(\frac{1}{\sqrt{2}} \cos \varphi_1\right) \text{ и } \gamma \geq \frac{1}{2} \pi g.$$

Здесь πg допустимый угол передачи между звеньями MD и DF в момент начала движения последнего после его периодической остановки. Для этой схемы механизма величина угла $\Phi_{II} = 100^\circ \div 120^\circ$. Ведомое звено FD будет неподвижным, если принимать $MD = r$, а центр вращения звена FD выбрать так, чтобы траектория центра шарнира D проходила через центр D_0 .

Перейдем к определению длины ведомого звена и положения его центра вращения. Пусть задана величина угла выстоя Φ , а число

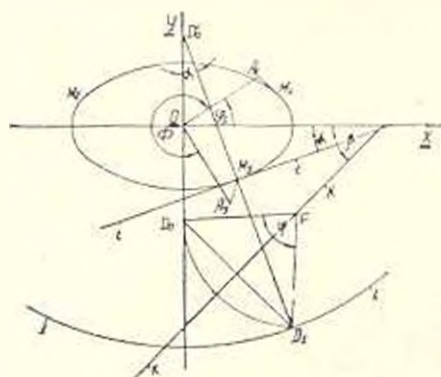


Рис. 2.

позиций ведомого вала механизма равна z . Вычерчиваем схему механизма по данным, полученным на первом этапе синтеза, в положении, соответствующем началу остановки, т. е. когда водило OA образует угол φ_1 с осью OX (рис. 2). Откладываем угол Φ от этого положения водила и тем самым находим положение водила OA_2 , соответствующее концу остановки. Обозначим через M_2 положение сателлитной точки M , соответствующей концу остановки. Проведем эквидистантный эллипс¹ $I-I$ на расстоянии r от траектории точки M . Как отметили выше, угол остановки ведомого вала механизма складывается из двух слагаемых: угол остановки коромысла FD , когда точка M движется по участку M_1M_2 ; угол, на котором обонма муфты еще неподвижна, хотя и коромысло вращается.

В работах [4,5] доказано, что если траектория центра шарнира D пересекает эквидистантный эллипс $I-I$, то ведомое звено FD будет коромыслом. Причем, одно крайнее положение центра шарнира D совпадает с точкой D_0 , а второе находится на эллипсе $I-I$. Из этого

¹ На рис. 2 показана часть этого эллипса

следует, что при совпадении точки M с ее положением M_3 ведомое звено должно занимать второе крайнее положение (первым крайним положением является FD_0). Это положение найдем, если определим положение точки D на кривой $1-1$, соответствующее положению точки M_3 . Для этого можно воспользоваться известными зависимостями между координатами точек эквидистантных кривых [1] или, что проще, следующим образом. Проведем нормаль к траектории точки M в точке M_3 до пересечения с осью OY (рис. 2). Обозначим через α угол, образованный проведенной нормалью и осью OY . Совершенно очевидно, что величина этого угла равна величине угла между касательной к кривой $1-1$ и осью OX , т. е. $\operatorname{tg} \alpha = \left(\frac{dy}{dx} \right)_{M_3}$. Учитывая, что уравнение траектории точки M имеет вид [3];

$$\frac{x^2}{(1+\lambda)^2} + \frac{y^2}{(1-\lambda)^2} = 1,$$

окончательно получим

$$\operatorname{tg} \alpha = -\frac{x_{M_3}}{y_{M_3}} \left(\frac{1-\lambda}{1+\lambda} \right)^2, \quad (6)$$

где x_{M_3} , y_{M_3} — координаты точки M_3 .

Нормаль, проведенная в точке M_3 , пересекается с эллипсом $1-1$ в точке D_1 , которая и является вторым крайним положением центра шарнира D . Из рис. 2 следует, что

$$x_{D_1} = x_{M_3} + r \sin \alpha, \text{ а } y_{D_1} = -(y_{M_3} + r \cos \alpha),$$

где x_{D_1} , y_{D_1} — координаты точки D_1 .

Поскольку $x_{M_3} = (1+\lambda) \cos(\Phi + \varphi_1)$, а $y_{M_3} = (1-\lambda) \sin(\Phi + \varphi_1)$, окончательно получим

$$\begin{aligned} x_{D_1} &= (1+\lambda) \cos(\Phi + \varphi_1) + r \sin \alpha; \\ y_{D_1} &= -[(1-\lambda) \sin(\Phi + \varphi_1) + r \cos \alpha]. \end{aligned} \quad (7)$$

Выражения (7) можно упростить, если участок эквидистантного эллипса $1-1$, где находится точка D_1 , заменить дугой окружности радиуса r с центром в точке $D'_1(o, d)$ [4]. Тогда, как следует из рис. 2

$$\sin \alpha = -\frac{x_{M_3}}{r}, \cos \alpha = \frac{d + y_{M_3}}{r}$$

и выражения (7) принимают вид

$$\begin{aligned} x_{D_1} &= 2(1+\lambda) \cos(\Phi + \varphi_1); \\ y_{D_1} &= -[2(1-\lambda) \sin(\Phi + \varphi_1) + d]. \end{aligned} \quad (8)$$

Соединим точки D_0 и D_1 прямой и проведем в середине отрезка $D_0 D_1$ перпендикуляр $K-K$. Если центр вращения ведомого звена расположить на прямой $K-K$, то всегда обеспечивается возможность перемещения

Пример: определить параметры комбинированного зубчато — рычажного механизма при $\Phi = 240^\circ$; $z = 3$; $M_g = 60^\circ$.

Задается $\Phi_{II} = 100^\circ$. Принимаем $\gamma = 35^\circ$. По формулам (3), (4) и (5) находим

$$i = 0,2085; d = 0,8506; r = 1,6460.$$

По формуле (8) находим

$$x_{21} = 0,41960; y_{21} = -2,40954; D_0 D_1 = 1,61412; \psi_2 = 120^\circ.$$

$$\text{Тогда } f = 0,93211; G^* = 0,46608; \beta = 15,04^\circ.$$

Проведенное кинематическое исследование полученного механизма показало, что отношения $\omega_{\max}/\omega$ и $\varepsilon_{\max}/\varepsilon$ (где $\omega_{\max}$ и $\varepsilon_{\max}$ соответственно максимальные угловая скорость и угловое ускорение коромысла $I-D$), характеризующие кинематику этого механизма, соответственно равны 2 и 7,4. Для трехпозиционного мальтийского креста внешнего зацепления эти же отношения, соответственно, равны 6,46 и 31,4 [1]. Анализ показывает, что кинематические характеристики предложенного механизма намного превышают кинематические характеристики мальтийского механизма с таким же числом позиций и величиной угла выстоя. Поэтому целесообразно применять предложенный механизм в замен мальтийских.

В заключение отметим, что для фиксации ведомого вала механизма в период его выстоя можно на этом же валу насадить другую обгонную муфту с обратным расположением паза звездочки.

Одесский ТИП
им. М. Ломоносова

Поступило 28.III.1971.

Ո. Վ. ՇԱՐԱՐՅԱՆԻՅԱՆ

ԳԻՐՔԵՐԻ ԻՎ ԿԱՐԳԱՎՈՐՈՒՄՈՎ ՓԱՐԵՆԵԱԿԱՆ ՇՐՋՄԱՆ ԱՏԱՐԱՆ-
ԼՅՈՒԱՅԻՆ ԻՅԱՆԱՆԶՄԻ ՈՒՆԻՅԷ

Ա մ փ ո փ ո ռ մ

Հողի ծածկում բնորոշվում է հետևող լժակի կանգառով հնգոդակ աստամնա-լժակային մեխանիզմի և ապառ բնթացքի մեխանիզմի հաջորդական միացու-մից ասացված սխեմներ, որի նպատակն է աստանալ կանգառման մեծ տն-կյուններ (մինչև 300), բանող լիսեռի դիրքերի արված թվի գեպրում, ինդիրը լուծվում է հետևյալ հաջորդականությամբ: Նախ՝ որոշվում են հնգոդակ աստամնա-լժակային մեխանիզմի անհայտ պարամետրները՝ ելնելով աստելի-տային կորի արված հատվածը չբանադծով մոտարկելու պայմանից, աչնու-հետև՝ բստ կանգառման անկյան և բանող լիսեռի դիրքերի թվի արժեքների արված քաղմանգամի որոշվում են հետևող լժակի ու նրա պատման կենտրոնի

կոորդինատները՝ Մեխանիզմի առաջարկված սխեման հնարավորություն է բնօրինակում առանց փոփոխելու կառուցողական անկյուն մեծությունը սահուն կարգավորելու բանող լիսենոի գիրքերի թիվը՝ հետևող լծակի տատան կենտրոնը անշարժ ուղղափոք ուղղորդիչ վրայով տեղաշարժելով, Բերված է թվային օրինակ:

ЛИТЕРАТУРА

1. Артоболевский И. И., Левитский И. И., Черкудинов С. А. Синтез плоских механизмов. Физматгиз, М., 1959.
2. Шувалов В. Н. Машинно-автоматы и автоматические линии индустриальности. Киев, 1966.
3. Амбарцумян Р. В. Синтез пятизвенного зубчато-рычажного механизма с заданным кривошипом. «Известия АН Арм. ССР, серия «Механика», № 3, т. XXIII, 1970.
4. Амбарцумян Р. В. Синтез шестизвенного рычажного механизма периодического поворота с регулировкой величины угла выстоя. Известия АН Арм. ССР, серия «Механика», № 4, т. XXIII, 1970.
5. Амбарцумян Р. В. Синтез пятизвенного зубчато-рычажного механизма периодического поворота с регулированием величины угла выстоя. Тезисы докладов. Изд. «Энергия», М., 1970.

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

С. Г. АКОНЯН, Ю. В. АВАКЯН

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ОБРАЗЦА ПРИ
ИМПУЛЬСНОМ ОБЛУЧЕНИИ СОЛНЕЧНЫМ СВЕТОМ

Полимерные материалы, работающие в полевых условиях, подвергаются воздействию солнечного света. Для оценки относительной светостойкости различных полимерных материалов или прогнозирования сроков службы в конкретных эксплуатационных условиях созданы специальные гелиоустановки [1]. В частности разработана гелиоустановка импульсного облучения образцов [2]. При применении больших концентраций потока солнечного света на испытываемые полимерные материалы может действовать температура такой величины, которая исказит процесс светового старения и приведет к развитию термических процессов разрушения. Для снижения влияния температуры авторами [2] был предложен способ охлаждения, основанный на импульсном облучении образцов.

1. Плоский образец толщиной l при температуре окружающего воздуха u_0 подвергается на одной поверхности вдоль оси OX световому облучению потоком Q в импульсном режиме (рис. 1). Требуется определить температуру u образца необлучаемой поверхности и на глубине x в зависимости от времени облучения. Сформулированная задача сводится к решению уравнения [3]:

$$\frac{\partial u}{\partial t} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \quad (1)$$

где u — температура образца, являющаяся искомой функцией x и t , то есть $u(x, t)$;

a^2 — коэффициент температуропроводности.

Начальные и краевые условия для решения (1):

$$u|_{t=0} = u_0; \quad u|_{x=0} = u(0, t) = u(t); \quad \left. \frac{\partial u}{\partial x} \right|_{x=l} = \lambda [u(0, t) - u_0], \quad (2)$$

$$\text{где } \lambda = \frac{\alpha}{h}.$$

Здесь α — коэффициент теплоотдачи или теплообмена;

h — коэффициент теплопроводности.

Если при непрерывном облучении плоского образца прирост температуры на поверхности во времени происходит по закону экс-

ноненты, кривая 1 (рис. 1) математически описывается следующим уравнением:

$$u = u_0 + u_y(1 - e^{-\beta t}), \quad (3)$$

где u_y — установившаяся температура поверхности образца без учета температуры воздуха u_0 при непрерывном облучении;

$\beta = \frac{\varepsilon}{c}$ — декремент затухания экспоненты;

c — удельная теплоемкость материала.

Величина установившейся температуры u_y зависит от величины удельного теплового потока:

$$Q = \varepsilon \cdot u_y + c_0 \left[\left(\frac{u_y + u_0 + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{u_0 + 273}{100} \right)^4 \right], \quad (4)$$

где c_0 — коэффициент лучеиспускания абсолютно черного образца;

ε — степень черноты образца.

Так как поверхность образца облучается прерывистым светом, то в момент $t = t_1$ температуру поверхности можно найти из уравнения (3):

$$u_1 = u_0 + u_y(1 - e^{-\beta t_1}). \quad (5)$$

С момента $t = t_1$ поверхность образца находится в тени и ее температура будет уменьшаться по экспоненциальному закону согласно уравнению:

$$u_2 = u_0 + (u_1 - u_0)e^{-\beta t_2}, \quad (6)$$

Аналогичным образом можем найти значения u_3 , u_4 , u_5 и т. д.

Поэтому в общем виде можем записать:

$$u_{2n+1} = u_0 + u_y(1 - e^{-\beta t_1}) \sum_{k=1}^n e^{-(k-1)\beta t_2}; \quad (7)$$

$$u_{2n} = u_0 + u_y(1 - e^{-\beta t_1}) e^{-\beta t_2} \sum_{k=1}^n e^{-(k-1)\beta t_2}. \quad (8)$$

В уравнениях (7) и (8) $e^{-\beta t_2} < 1$, следовательно, сумма $\sum_{k=1}^n e^{-(k-1)\beta t_2}$ при $n \rightarrow \infty$ представляет собой убывающую геометрическую прогрессию и поэтому

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^n e^{-(k-1)\beta t_2} = \frac{1}{1 - e^{-\beta t_2}}.$$

В силу этого при установившемся процессе

$$u_{2n+1} = u_0 + u_y \frac{1 - e^{-\beta t_1}}{1 - e^{-\beta t_2}}, \quad (9)$$

$$u_{2n} = u_0 + u_y \frac{1 - e^{-\beta t_1}}{1 - e^{-\beta t_2}} e^{-\beta t_2}. \quad (10)$$

Заметим, что при $t_1 = t_2$ $u_0 + u_y = u'_y + u_0$, где $u_0 + u_y$ — установившаяся температура поверхности образца при импульсном облучении (рис. 1).

Для того, чтобы u'_y было меньше u_y необходимо, чтобы $t_2 > t_1$. Надо отметить, что при переходном процессе амплитуда колебания составляет тысячные доли одного градуса. Поэтому практически можно считать, что температура на поверхности образца изменяется по экспоненциальному закону (кривая 2, рис. 1), где u'_y можно определить из уравнения

$$u_0 + u'_y = \frac{u_{2n-1} + u_{2n}}{2} \quad (11)$$

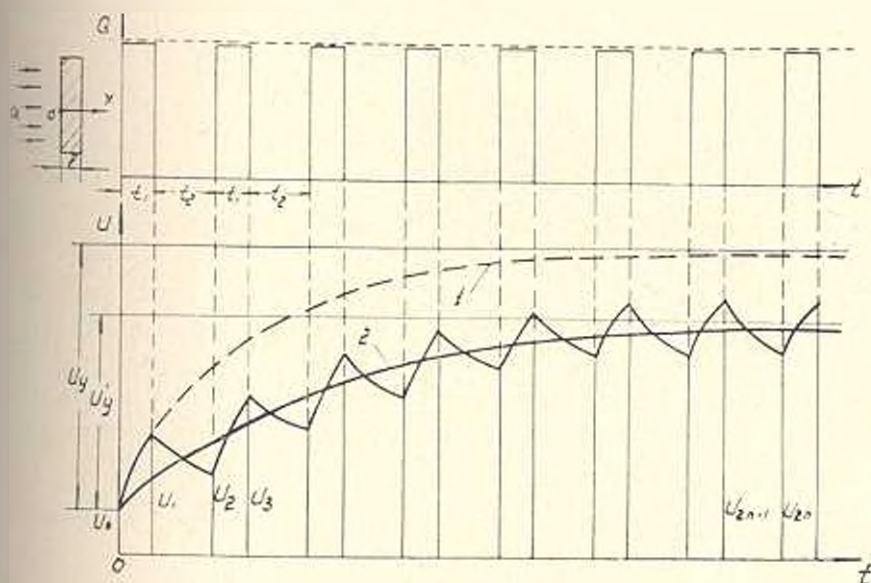


Рис. 1

а значения декремента затухания γ можно определить экспериментально или графическим путем:

$$u(0; t) = u(t) = u_0 + u'_y(1 - e^{-\gamma t}). \quad (12)$$

2. Для решения уравнения (1) с начальными и краевыми условиями (2) и (12) используется операционный метод [4], при котором уравнение, соответствующее (1), имеет вид

$$PU - a^2 \frac{d^2 U}{dx^2} = U_0. \quad (13)$$

Уравнение (13) решается при следующих начальном и краевых условиях:

$$u|_{t=0} = \frac{u_0}{p}; \quad \frac{du}{dx} \Big|_{x=0} = \gamma \left[U(p) - \frac{u_0}{p} \right]; \quad (14)$$

$$u|_{x=a} = U(p) = \frac{u_0}{p} + \frac{u'_y}{p} = \frac{u'_y}{p + \gamma}. \quad (15)$$

Корни характеристического уравнения дифференциального уравнения (13) будут:

$$K_1 = -\frac{\sqrt{P}}{a}; \quad K_2 = \frac{\sqrt{P}}{a}.$$

Тогда общее решение уравнения (13) примет вид

$$U = \frac{u_0}{P} + C_1 e^{-\frac{\sqrt{P}}{a} X} + C_2 e^{\frac{\sqrt{P}}{a} X}. \quad (16)$$

В силу (14)–(16) получим общее уравнение в операторном виде:

$$U = \frac{u_0}{P} + \frac{u_y}{P} \operatorname{ch} \frac{\sqrt{P}}{a} X - \frac{u_y}{P} \frac{1}{3} \operatorname{ch} \frac{\sqrt{P}}{a} X + \frac{a u_y}{P \sqrt{P}} \operatorname{sh} \frac{\sqrt{P}}{a} X - \frac{a u_y}{\sqrt{P}(P-3)} \operatorname{sh} \frac{\sqrt{P}}{a} X.$$

Переход от изображений к оригиналам можно произвести известными методами операционного исчисления.

Задача была решена для случая облучения полиэтиленового плоского образца толщиной 2 мм при усилении солнечной радиации в 50 раз. При непрерывном режиме облучения температура получается в пределах от 1000 до 1200 С. При импульсном облучении с режимом импульсности $t_1 = 10^{-4} + 10^{-5}$ час, $t_2 = 10 t_1$ в установившемся процессе величина M получает в пределах от 60 до 80 С.

Ереванское отделение ВНИИКИ

Поступило 22.XII.1971

Ս. Գ. ԱԿՈՊՅԱՆ, ՅՈՒ. Վ. ԱՎԱԿՅԱՆ

ԱՐԵՎԻԻ ԼՈՒՅՍՈՎ ԻՐԱՐԻՐԱՅԻՆ ՀԱՌԱՊԱՅԻՆԱԿԱՆ ԵՆԹԱՐԿԱՆ ԿԼԻՄԱ
ԶԵՐԳԱՍՏԻՃԱՆԻ ՈՐՈՇՈՒՄԸ

Ա. Մ. Փ. Ո. Փ. Ո. Փ.

Հողագծում դիտվում է իմպուլսային ճառագայթահարման հեղուսարքի
փորման վրա պոլիմերային նյութերի լուսակայունության ստուգման համար
նախատեսված նմուշի ջերմաստիճանի անալիտիկ արտահայտության որոշու
մը՝ կախված նմուշի հաստությունից և ճառագայթահարման ժամանակամի
ջակից:

ЛИТЕРАТУРА

1. Казянцян Г. П., Авакян Ю. В. «Труды ВНИИКИ», вып. 15, изд. «Энергия», М., 1971.
2. Маркосян М. М., Шермазян Я. Г., Казянцян Г. П., Авакян Ю. В. «Вестник А. В. Авторское свидетельство № 306765, 1971.
3. Вейншток А. И. «Техническая термодинамика и основы теплопередачи», 1965.
4. Лаврентьев М. А., Шабат Б. В. Методы теории функций комплексного переменного. Изд. «Наука», М., 1965.

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

А. Н. САГОЯН, Ю. М. ГАСПАРЯН, А. В. МАКСИМЕТЯН, А. А. ДЖАНДЖАПАНИ

К ЗАДАЧЕ ОПТИМИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ С УЧЕТОМ НАДЕЖНОСТНЫХ ПАРАМЕТРОВ

В последние годы все более широкое распространение находят информационно-вычислительные системы и автоматизированные системы управления. Но при этом часто возникает задача обработки информации объектов, расположенных на большом расстоянии от вычислителя системы, или же использования одного мощного быстродействующего вычислителя для управления рядом объектов.

Общей в обоих случаях является задача дистанционного ввода данных в ЦВМ через телеграфные или другие каналы связи.

Рассмотрим некоторую информационно-вычислительную систему, в которой информация от абонентов поступает по n -каналам, со средней скоростью R_k (символов в секунду). Допустим, что информация поступает в буферное запоминающее устройство (БЗУ) и оттуда поступает в вычислитель системы со скоростью R_M (рис. 1). Скорость поступления информации в вычислитель больше средней скорости поступления информации в БЗУ, т. е. при нормальной работе системы вычислитель системы работает лишь часть времени.

Для систем длительного пользования важной характеристикой надежности является коэффициент готовности, учитывающий характеристики постановки аппаратуры [1].

Для рассматриваемой системы

$$K_{гс} = \frac{T_{ос}}{T_{ос} + \tau_{вос}}$$

где $T_{ос}$ — среднее время наработки на отказ, т. е. время, за которое не происходит потеря информации в системе;

$\tau_{вос}$ — среднее время восстановления, т. е. время, за которое допускаются потери информации.

Пусть для рассматриваемой системы величина $K_{гс}$ задана. Так как каналы связи БЗУ и ЦВМ работают безотказно с какой-то вероятностью, то естественно, безотказная работа системы зависит от работы указанных устройств. Допустим, что в первом приближении каналы связи и БЗУ работают абсолютно надежно, тогда работа системы зависит от объема БЗУ (V_b) и от величины коэффициента готовности ЦВМ ($K_{гм}$). Поэтому заданную величину $K_{гс}$ можно обеспечить при различных объемах БЗУ и величины $K_{гм}$.

В данной работе решается задача нахождения оптимальных значений величин V_k^* и $K_{ГМ}^*$, при которых затраты минимальны. Из имеющихся данных о стоимости БЗУ можно определить характер изме-

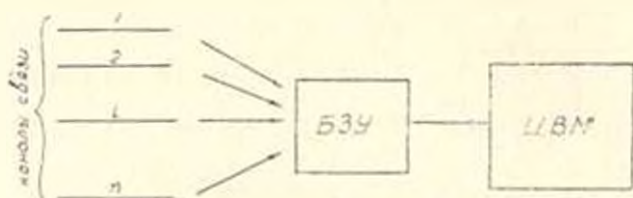


Рис. 1

нения стоимости БЗУ от объема. Оказывается, что стоимость ЗУ меняется пропорционально объему с учетом некоторой постоянной, которая обусловлена затратами на электронное оборудование. Последним можно поставить в соответствие некоторый начальный объем БЗУ (V_0), который действует при работе ЦВМ. Поэтому затраты на V_k можно записать в следующем виде:

$$Z(V) = C_0(V_0 + V),$$

где C_0 — стоимость одного бита информации.

Кроме того, $V_0 = R_k \cdot t_0$;

$$V = R_k \cdot \Delta t_v,$$

где t_0 — время, за которое информация заполняет объем V_0 при работе ЦВМ;

Δt_v — время, за которое заполняется объем V .

Тогда

$$Z(V) = K_0 + K_1 \Delta t_v.$$

Величину $K_{ГМ}$ можно увеличить введением в машину встроенной системы контроля и диагностикой.

В первом приближении можно принять, что затраты на контроль и диагностику растут по некоторой параболической кривой, т. е.

$$Z(K_{ГМ}) = K_2 \cdot (\Delta t_k)^2,$$

где Δt_k — время, на которое сокращается τ_k ;

K_2 — некоторая постоянная величина.

Общие затраты будут

$$f = Z(\Delta t) = K_0 + K_1 \cdot \Delta t_v + K_2 \cdot (\Delta t_k)^2.$$

Задача решается по методу оптимизации с использованием неопределенных множителей Лагранжа. Будем разыскивать точку Δt^* , которая доставляет минимум функции $Z(\Delta t)$ на множестве тех Δt , которые удовлетворяют условиям:

$$\frac{T_0 + \Delta t_v}{T_0 + \tau_k - \Delta t_k} = K_{ГМ}; \quad (a)$$

$$\Delta t_v + \Delta t_k \leq \tau_k; \quad (b)$$

$$\Delta t_v \geq t_0. \quad (v)$$

Здесь последние два условия получены из временной диаграммы, приведенной на рис. 2.

Составим функцию Лагранжа:

$$F(\Delta t, \bar{t}, \bar{X}_3) = K_0 + K_1 \Delta t_v + K_2 (\Delta t_k)^2 + \lambda_1 \left(K_{TC} - \frac{T_0 + \tau_n - \Delta t_k}{T_0 + \tau_n - \Delta t_k} \right) + \\ + \lambda_2 (\tau_n - X_{s1} - \Delta t_v - \Delta t_k) + \lambda_3 (t_n - X_{s2} - \Delta t_v)$$

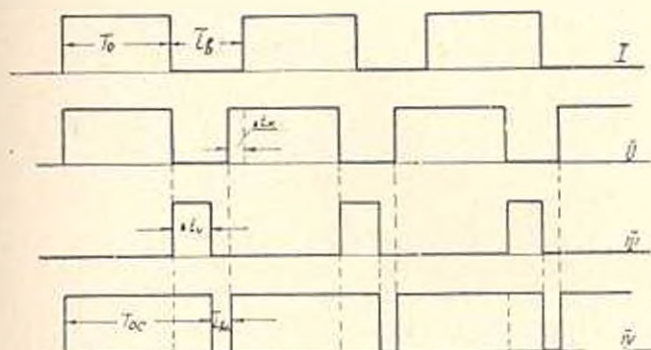


Рис. 2.

и приравняем нулю ее частные производные относительно Δt_v , Δt_k , X_{s1} , X_{s2} , λ_1 , λ_2 , λ_3 . Дифференцируя $F(\Delta t, \bar{t}, \bar{X}_3)$ по каждой переменной и решив совместно полученные уравнения, находим оптимальные значения Δt_k^* и Δt_v^* .

$$\Delta t_k^* = \frac{K_1}{2K_2} K_{TC}$$

$$\Delta t_v^* = K_{TC} \left(T_0 + \tau_n - \frac{K_1}{2K_2} K_{TC} \right) - T_n$$

Для иллюстрации приведем геометрическую интерпретацию рассмотренной задачи (рис. 3). На плоскости Δt_k , Δt_v проведены линии ограничений (а), (б) и (в), образующих область множества решений $\bar{\Delta t}$, а также линии уровней функции $f = Z(\Delta t_v, \Delta t_k)$.

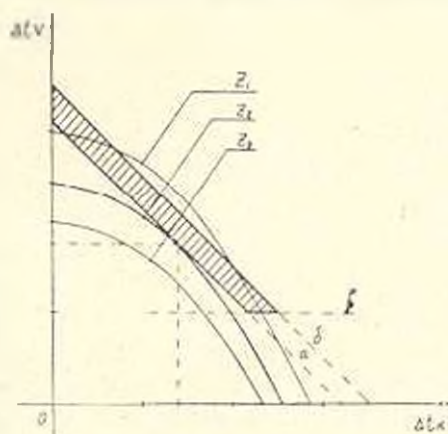


Рис. 3

Оптимальное решение есть точка, в которой уровень функции f касается границы области множества решений $\bar{\Delta t}$.

$$V_B^* = R_k \Delta t_v^*.$$

$$K_{TC}^* = \frac{T_0}{T_0 + \tau_n - \Delta t_k^*}.$$

$$f^* (\Delta t_v^*, \Delta t_k^*) = K_0 + K_1 \Delta t_v^* + K_2 (\Delta t_k^*)^2.$$

Таким образом, заданная величина коэффициента готовности системы $K_{ГС}$ обеспечивается оптимальными значениями $V_{гс}^*$ и $K_{гс}^*$, при которых затраты минимальны.

Приведем численный пример, вычисленный на ЭВМ «Наирн». Пусть $C_0 = 5 \text{ руб./адр}$, $R_k = 2000 \text{ адр/час}$, $t_0 = 1 \text{ час}$, $K_2 = 3750 \text{ руб./час}$ и $K_{ГС} = 0,999$.

Тогда $K_0 = 10000 \text{ руб.}$, $K_1 = 10000 \text{ руб./час}$:

$$\Delta t_s^* = \frac{K_1}{2K_2} \cdot K_{ГС} = 1,33 \text{ часа};$$

$$\Delta t_p^* = K_{ГС}(T_0 + \tau_s - \Delta t_s^*) - T_0 = 1,81 \text{ часа};$$

$$V_g^* = \Delta t_p^* \cdot R_k = 3620 \text{ адресов};$$

$$K_{ГС}^* = \frac{T_0}{T_0 + \tau_s - \Delta t_s^*} = 0,9993.$$

Минимальные затраты составят

$$Z(\Delta t_s^*, \Delta t_p^*) = 34850 \text{ руб.}$$

Ереванский политехнический институт
им. К. Маркса

Поступило 26.IV. 1971.

Ա. Ն. ՍԱԳՅԱՆ, ՅՈՒ. Մ. ԳՆԱԳՈՐԱՅԱՆ, Ա. Գ. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ,
Հ. Ա. ՃԱՆՃԱՊԱՆՅԱՆ

ԽՆՃՈՐՈՒՑԻՈՆ ՀԱՄԱԳՈՐԳԻ ՈՓՏԻՄԱԼԱՑՈՒՄԱՆ ՄԻ ԿՆԴԻՐ ՀԱՇՎԻ ԱՌԱՅ
ՀՈՒՍԱԿՈՒԹՅԱՆ ՊԱՐԱՄԵՏՐԵՐԸ

Ա. մ. փ. ո. փ. ո. մ.

Հոդվածում դիտվում է բարդ ինֆորմացիոն համակարգ, որտեղ կապի կանալներով և միջանկյալ հիշող սարքի միջոցով ինֆորմացիան րնդունվում է ՔՀԻ մշակման համար: Համակարգի ալամ պատրաստակամության գործակիցը կարելի է ապահովել կամ նախատեսելով միջանկյալ հիշողություն, կամ մեթենայում մտցնելով սխեմային հսկում: Թե մեկ և թե մյուս դեպքում ծախսերը ստացվում են մեծ: Խնդիրը լուծվում է նշված մեթոդների համատեղ օգտագործմամբ, որը բերում է ծախսերի միեմիկացման:

ЛИТЕРАТУРА

1. Ходли Дж. «Нелинейное и динамическое программирование». М., «Мир», 1967.

Научные заметки

С. Г. АРАКЕЛЯН, Ж. В. ЗАХАРЯН

ОБ ОДНОЙ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПЫТАНИЯ МОДЕЛЕЙ ЗДАНИЙ

Проведенные в последние годы исследования моделей зданий на основе теорий А. Г. Назарова [1], показали возможность получения надежных качественных и количественных данных. Исследование моделей на сейсмические воздействия связаны с применением сейсмических платформ. Наиболее современными являются платформы программного управления, способные совершать колебания по заранее заданному закону. Однако, практическое применение таких платформ пока ограничено, ввиду их сложности. Кроме того, на программных платформах возможно испытание моделей сравнительно малых масштабов. Поэтому испытание моделей на платформах проводится резонансным методом с возбуждением регулируемых однокомпонентных гармонических колебаний.

Этим же методом проводятся испытания натурных зданий с помощью вибромашин. Эти испытания связаны с определенными техническими трудностями и в натурных условиях их можно проводить лишь в упругой стадии работы зданий. В рассматриваемом случае задача сводится к условной оценке инерционных сил при отдельных формах колебания.

Развитие высотного строительства в сейсмических районах ставит непростые задачи. Сейсмические силы в этих системах реально связаны с высшими формами колебаний и их изучение представляет интерес. Проведенные теоретические исследования [2] показывают, что для зданий высотой до 20 этажей необходимо при расчетах учитывать первые три формы колебания.

В связи с изложенным, предлагается испытание моделей высотных зданий проводить с помощью нескольких одновременно действующих вибромашин. Это позволит в модели одновременно возбудить резонансные колебания, соответствующие различным его формам. Таким образом, создается возможность частичного программирования динамической нагрузки, передаваемой на конструкции. Изменением времени действия отдельных вибраторов, а также возмущающей силы, можно исследовать влияние различных форм на работу системы. Возможно также определение несущей способности конструкций при заданном режиме одновременной работы вибраторов путем изменения величины возмущающих сил. Проведение данного эксперимента на моделях более рационально,

чем на натуральных зданиях и сооружениях, исходя из известных преимуществ модельных испытаний, кроме того из-за большей по сравнению с натурой жесткости моделей зданий околорезонансная зона их исчисля-

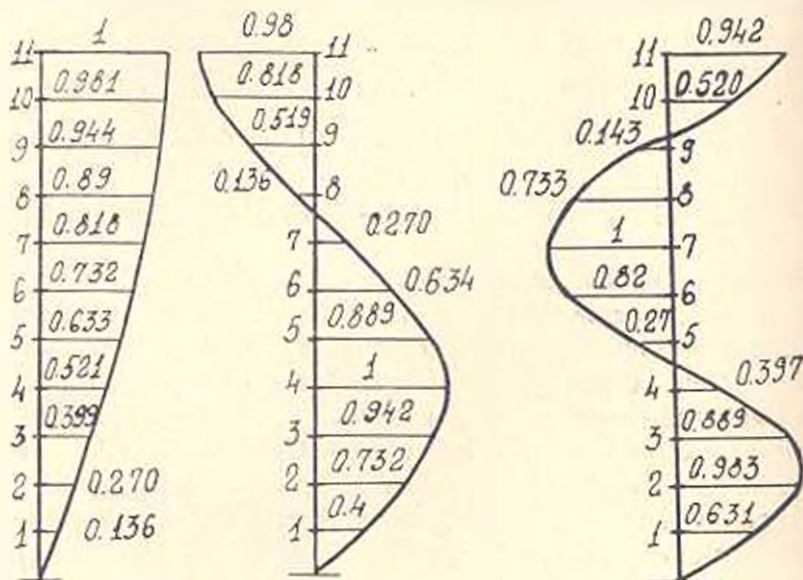


Рис. 1

ется в герцах (в то время как для натуральных зданий эта величина выражается долями герца), благодаря чему, облегчается получение устойчивого резонанса соответствующей формы колебания.

Форма колебания зданий и сооружений не зависит от места установки вибрационной машины, однако для получения наибольшего эффекта вибрационной нагрузки вибромашину целесообразно устанавливать в точке с наибольшей ординатой упругой линии соответствующей формы колебания. Например, для одиннадцатиэтажного здания, как видно из рис. 1 (формы построены на основании [2]), эффективными точками для расположения вибраторов являются: для первой формы одиннадцатый этаж, для второй формы четвертый этаж, для третьей формы седьмой этаж. При этом следует указать, что мощность вибраторов для возбуждения высших форм будет соответственно ниже. Так, например, для приведенного здания соотношение частот первых трех форм колебаний приблизительно равно 1:3:5. Так как возмущающая сила пропорциональна квадрату частоты колебаний, то мощность соответствующих вибраторов будет меньше.

Ереванский политехнический институт им. К. Маркса

Получено 29. V. 1972.

ЛИТЕРАТУРА

1. Назиров А. Г. О механическом подобии твердых деформируемых тел. Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1955.
2. Хачиян Э. Е., Гороян Т. А. Рекомендации по определению периодов и форм колебаний каркасных зданий. Изд. АИСМ, Ереван, 1970.

Перспективные задачи научных исследований в энергетике республики. Адош Г. Г. Известия АН Арм. ССР (серия Т. Н.), т. XXV, № 5, 1972, 3—9.

К числу наиболее важных задач перспективных научных исследований относятся следующие. Создание модели атомной электростанции. Теплофикация городов. Строительство насосно-аккумулирующих станций. Оптимизация режимов энергосистем и их объединений. Алгоритмизация задач управления экономикой энергетики. Создание специализированных гибридных вычислительных машин. Участие в работах АСУ «Энергия».

УДК 621. 313. 3:621. 3. 045

К выбору обмоток машин переменного тока. Казарян С. Л. Известия АН Арм. ССР (серия Т. Н.), т. XXV, № 5, 1972, 19—24.

Предлагается аналитический метод определения показателя качества обмоток машин переменного тока с целым числом полюсов на полюс и фазу. Приводятся таблицы, позволяющие произвести выбор обмотки с минимальным содержанием высших гармоник в кривой намагничивающей силы.

Табл. 2. Библ. 1 назв. Илл. 2.

УДК 621. 311:621. 3. 011. 2

К оценке влияния изменения реактивных сопротивлений сети в режимах энергосистемы, связанных со снижением частоты. Мусасян А. Н. Известия АН Арм. ССР (серия Т. Н.), т. XXV, № 5, 1972, 25—29.

Дается сравнительная оценка расчета режимов энергосистем при аварийных дефицитах мощности, выполненных на ЭЦВМ с учетом и без учета изменений реактивных сопротивлений элементов сети. Показано, что расчеты, проведенные без учета указанного фактора, дают несколько заниженные уровни напряжения в узлах и завышенный уровень зависания частоты. Некоторое увеличение объема АЧР, полученное в результате таких расчетов, следует отнести в запас, так или иначе предусматриваемый ввиду вероятностного характера возникновения дефицитов.

Табл. 2. Илл. 1.

УДК 621. 313:621. 318

О магнитной проводимости рассеяния по головкам зубцов и по шлицу в электрических машинах. Назарян А. Г. Известия АН Арм. ССР (серия Т. Н.), т. XXV, № 5, 1972, 30—35.

Приводятся результаты анализа картины поля рассеяния в электрических машинах. Пользуясь методом конформного преобразования Кристоффеля-Шварца с применением понятия комплексного магнитного потенциала, получено относительно простое и более точное выражение для расчетной оценки удельной магнитной проводимости рассеяния по головкам зубцов и по шлицу.

Илл. 2. Библ. 3 назв. Табл. 1.

Синтез зубчато-рычажного механизма периодического поворота с регулировкой числа позиций Амбарцумян Р. В. «Известия АН Арм. ССР (серия Г II)», т. XXV, № 5, 1972, 36—42.

Рассматривается система, обрешенная последовательным соединением пятизвенного зубчато-рычажного механизма с остановкой ведомого коромысла и механизма свободного хода для получения больших углов выстоя (в пределах до 300°) при заданном числе позиций рабочего вала. Задача решается в следующей последовательности. Сначала определяются неизвестные параметры пятизвенного зубчато-рычажного механизма из условия приближения заданного участка сателлитной кривой к окружности, а затем по заданным полному значению угла выстоя и числу позиций ведомого вала определяются длина ведомого коромысла и координаты его центра вращения. Предложенная схема механизма допускает плавное регулирование числа позиций рабочего вала без изменения величины угла выстоя путем перемещения центра вращения ведомого звена по неподвижной прямолинейной направляющей. Приводится числовой пример.

Илл. 3. Библ. 5 назв.

УДК 678.01.535

Определение температуры образца при импульсном облучении солнечным светом. Акопян С. Г., Авакян Ю. В. «Известия АН Арм. ССР (серия Г II)», т. XXV, № 5, 1972, 43—46.

Предлагается ускоренный метод определения светостойкости полимерных материалов. Приводится аналитическое выражение температуры образца и зависимости от толщины времени его облучения на гелиоустановке импульсного облучения.

Илл. 1. Библ. 4 назв.

УДК 621.01+621.391+681.3

К задаче оптимизации информационной системы с учетом надежности параметров. Сагоян А. Н., Гаспарян, Ю. М., Максакетян А. В., Джанджанпани А. А. «Известия АН Арм. ССР (серия Т. II)», т. XXV, № 5, 1972, 47—50.

В статье определяются оптимальные объемы буферного запоминающего устройства и значения коэффициента готовности цифровой вычислительной машины, при которых общие затраты получаются минимальными.

Илл. 3. Библ. 1 назв.



Технический редактор Л. А. АЗИЗБЕКЯН

ВФ 03618. Подписано к печати 22/II 1973 г. Тираж 530. Изд. 3829. Заказ 794.

Формат бумаги 70×108₁₆. Печ. л. 3,5. Бум. л. 1,75

Усл. печ. л. 4,95. Уч. изд. листов 1,71

Экспедиция типографии Издательства АН Армянской ССР

СОДЕРЖАНИЕ

1. Т. Адошц. Перспективные задачи научных исследований в энергетике республики.	3
В. В. Пикашмян. О техническом прогрессе в области бетона и железобетона и некоторых основных задачах дальнейших исследований.	10

Энергетика

С. Л. Казарян. К выбору обмоток машин переменного тока	19
А. Н. Мисасяян. К оценке влияния изменения реактивных сопротивлений сети в режимах энергосистемы, связанных со снижением частоты	25
А. Г. Назарян. О магнитной проводимости рассеяния по головкам зубцов и по шлицу в электрических машинах	30

Машиностроение

Р. В. Аибарцумянц. Синтез зубчат-рычажного механизма периодического поворота с регулировкой числа позиций	36
---	----

Материалопечение

С. Г. Акопян, Ю. В. Анимян. Определение температуры образца при импульсном облучении солнечным светом	43
---	----

Вычислительная техника

А. Н. Сагоян, Ю. М. Гиспарян, А. В. Максипетян, А. Г. Джинджиганян. К задаче оптимизации информационной системы с учетом надежности параметров	47
--	----

Научные заметки

С. Г. Аракелян, Ж. В. Захарян. Об одной возможности испытания моделей зданий.	51
---	----

Ր Ո Վ Ա Ն Պ Ա Կ Ո Ւ Մ Ս ՈՒ Ն

Ս. Տ. Աղոնց.— Հանրապետության էներգետիկայում գիտական հետազոտությունների հնա- նկարարին խնդիրները	3
Վ. Վ. Փինայան— Բևուռեի և երկաթբետոնի բնագավառում տեխնիկական առաջընթացի և մի քանի հիմնական հետադա հետազոտումների վերաբերյալ	10
Ո. Լ. Ղազարյան— Փոփոխական հոսանքի մեքենաների իսթույթների ընտրման մասին	19

Էներգետիկա

Ա. Ն. Մուսայելյան— Ցանցի ունակտիվ դիմադրությունների փոփոխման ազդեցության դնա- մատումը էներգահամակարգում հաճախության ինքնաձևի դեպքում	25
Ա. Շ. Խազարյան— Էլեկտրական մեքենաներում ուսումնառչին և փորատառչին ցրման մագնի- սական հաղորդականության մասին	30

Մեքենաշինություն

Ի. Վ. Համարաբնույթան— Դերերի իվի կարգավորումով պարբերական շրջման աստամնա- յանային մեխանիզմի սինթեզ	35
---	----

Նյութադիտություն

Ո. Շ. Հակոբյան, Տոս. Վ. Ավագյան— Արևի լույսով խմելու ջանի հառադայլաշատման էկթարկմաձ նմաշի շերմաստինանի որոշումը	43
--	----

Հավողական տեխնիկա

Ա. Ն. Սալոյան, Տոս. Մ. Խապարյան, Ա. Վ. Մամապետյան, Հ. Ա. Ճաննապետյան— Ին- ֆորմացիոն համակարգի ուղիմայաջման մի խնդիր հաշվի առած հոսադիտության պարամետրերը	47
--	----