

საქართველოს
საინჟინრო
სიახლენი

სსს

4'15

GEORGIAN
ENGINEERING
NEWS

GEN

ISSN 1512-0287



**ექლგნება აკადემიკოს ივერი ფრანგიშვილის დაბადებიდან
85 წლისთავს**

შინაარსი - СОДЕРЖАНИЕ

ИВЕРИ ПРАНГИШВИЛИ И КРИЗИС СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ <i>Герасимов А.Б., Венхвадзе М.Т., Горгадзе К.М.</i>	7
ON THE PROBLEM OF SYNTHESIS OF LC-CIRCUITS WITH PREDEFINED RESONANCE FREQUENCIES <i>Prangishvili A.I., Milnikov A.A. and Rodonaia I.D.</i>	12
არანიუტონისეული გამტარი სითხის ავტომოდულური ამოცანების შესახებ სითბობადაცემის ბათვალისწინებით <i>კეკენაძე მ.გ., ციციქოშვილი ზ.ა.</i>	19
QUANTITATIVE EVALUATION MODELS OF THE STRUCTURAL RELIABILITY OF COMPLEX SYSTEMS <i>Tsiramua S.G. and Sulkhanishvili S.V.</i>	23
მარკეტინგული პროცესების მოდელირება თანამედროვე ტექნოლოგიის გამოყენებით <i>ოხანაშვილი მ.შ., ხართიშვილი მ.პ.</i>	29
КОНКУРСНЫЕ МЕХАНИЗМЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ФИНАНСОВЫХ СРЕДСТВ <i>Джавახадзе Г.С., Горгадзе Д.А., Бурджанадзе В.О., Хартишвили М.П., Ломинадзе Т.Н.</i>	32
შინაარსი ანალიზი კომერციულ ბანკში <i>დვალაშვილი მ.თ., დვალაშვილი მ(მიხეილ).თ.</i>	35
ახალი სიმეტრიული TWEAKABLE ბლოკური შიფრის აგების შესაძლებლობა და პირსონის კორელაციის კოეფიციენტის დათვლის მეთოდი <i>ჯუღაყიძე ლ.ე., ქოჩლაძე ზ.ი., კაიშაური თ.გ.</i>	39
სამგანომილბიანი ობიექტების სკანირების ტიპები <i>მაკასარაშვილი ი.ფ., დარჯანია მ.პ.</i>	46
CYBERNETIC MODEL OF PRICING <i>Kadagishvili L.G.</i>	50
КЛАССИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ИССЛЕДОВАНИЮ УСТОЙЧИВОСТИ РЕГИОНАЛЬНЫХ ПРИРОДНО-ПРОМЫШЛЕННЫХ СИСТЕМ <i>Приходько С.Ю., Кахиани М.Р.</i>	53
არასტაციონარული პროცესის ექსპერიმენტალური გამოკვლევები <i>ქ. ქუთაისის წყალმომარაგების სისტემის მილსადენის მარაგობის ნამგალაძე დ.პ., მანდარია გ.გ.</i>	59
გაზგამანაწილებელი ქსელის მტყუნების საფრთხის დროში დინამიკის დადგენის მეთოდი შპს „ქაზტრანსგაზ-თბილისი“ მარაგობის ნამგალაძე დ.პ., სანიკიძე გ.მ.	63
ელექტრომომარაგების სისტემებში ელექტროენერგიის ხარისხის პრობლემის გადაწყვეტის სამართაშორისო პრაქტიკის ანალიზი <i>მთვარელიშვილი გ.მ.</i>	67
მსვენტრულ კუმშვასა არაარმირებული ქვის წყობის მუშაობის შესაძლებლობა <i>ბაქანიძე შ.ტ., ზამბახიძე ლ.ი.</i>	71
შენობების დინამიკური კომფორტულობა ქარის ზემოქმედებისას <i>ურუშაძე ი.გ.</i>	76
ОПЫТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА НАГРЕВА ПРИ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОЙ СВАРКЕ ПЕРЕКРЕЩИВАЮЩИХСЯ КРУГЛЫХ СТЕРЖНЕЙ <i>Оспанова С.М., Хвадагвани А.И., Шаламберидзе М.Ш.</i>	80

<p>წინააღმდეგობით სისქვეცვლადობადი დეტალების შედგენისას ძირითად პარამეტრთა გავლენა ტემპერატურაზე <i>კახიშვილი გ.ს., ნევეროვი ა.პ., მეტრეველი ა.პ., სულამანიძე ა.კ.</i></p>	84
<p>DETERMINATION OF THE TEMPERATURE OF MAGNETIC PHASE TRANSITIONS OF SYSTEMS $Y_{1-x}Gd_x(Co_{1-x}Al_x)_2$ <i>Gamishidze Z.M.</i></p>	87
<p>БЕЙДЕЛЛИТ БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН ОКРИБЫ <i>Махарадзе А.И.</i></p>	90
<p>ECOLOGICAL PROBLEMS OF THE BLACK SEA BY THE EXAMPLE OF THE TERRITORIAL WATERS OF GEORGIA <i>Diakonidze R.V., Shengelia E.G., Gavardashvili G.V., Chakhaia G.G., Tsulukidze L.N., Supatashvili T.L. and Varazashvili Z.N.</i></p>	93
<p>ორბანული მასალის სვეტური ღონეების დამზადება ოპტიკური ხელსაწყოებისთვის <i>დოლიძე ს.გ., ზარდიაშვილი დ.გ., ავალიანი ი.მ., კორძახია ი.ი.</i></p>	96
<p>О КИНЕТИКЕ БИМОЛЕКУЛЯРНОЙ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ <i>Дочвири Б.М., Сохадзе Г.А., Ткемаладзе Г.Ш., Махашвили К.А.</i></p>	100
<p>პარიერული წყლების გაწმენდის ტექნოლოგიის დამუშავება საპილოტე დანადგარზე <i>ჩხუბიანიშვილი ნ.გ., ქავთარაძე მ.დ., მჭედლიშვილი გ.ს., ქრისტესაშვილი ლ.გ.</i></p>	104
<p>ერთიდაბიძვე კონცენტრაციის სხვადასხვა მარილების ხსნარების ელექტროლიზით გაყოფის პროცესების გამოცდის შედეგები <i>რუხაძე შ.შ., აფციაური ა.ზ., აფრიდონიძე მ.დ., შოთაძე ა.გ.</i></p>	107
<p>ელექტროლიზის პროცესის ექსპერიმენტული კვლევების შედეგები <i>რუხაძე შ.შ., აფციაური ა.ზ., აფრიდონიძე მ.დ., შოთაძე ა.გ.</i></p>	112
<p>СТАЦИОНАРНЫЙ КАТАЛИЗАТОР ДЛЯ ГИДРОГЕНИЗАЦИИ ХЛОПКОВОГО МАСЛА <i>Сирадзе М.Г., Непаридзе Н.С., Гоксадзе И.Б., Чхаидзе Е.Т., Диогидзе О.Ш.</i></p>	117
<p>PROSPECTIVITY OF ENRICHED WITH PHENOLIC COMPOUNDS RED DESSERT WINES PRODUCTION IN GEORGIA <i>Kekelidze I.A., Ebelashvili N.V. and Japaridze M.Sh.</i></p>	120
<p>ფენოლები და ანტიოქსიდანტური აქტივობა სხვადასხვა ვახის ჯიშის ყურძნის წიპყაში <i>უგრეხელიძე გ.დ., ბურდიაშვილი რ.გ., ვეფხიაშვილი ნ.გ., ჯაგახიშვილი მ.დ.</i></p>	125
<p>ბობირდის დიოქსიდის, ტანინისა და ასკორბინის მჟავის ზეგავლენა ოქსიდირებულ ღვინის ფიზიკურ-ქიმიურ პარამეტრებსა და ორბანოლექტივურ მარკინებლებზე <i>ჭკუასელი ლ.მ., გელაიაშვილი ზ.ე., ხომასურაძე მ.პ., ჯიჯიაშვილი ვ.ე.</i></p>	127
<p>ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ ПАТОГЕНОВ В АРЕАЛЕ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КУЛЬТУРЫ <i>Канчавели Ш.С.</i></p>	132
<p>ПЕРЕКРЕСТНАЯ ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ <i>Канчавели Ш.С.</i></p>	135
<p>დამარბილებლებით გაქვნილი სამედიცინო საწვენების გავლენა ბიოკომპოზიციის არქს თვისებებზე <i>ფაილოძე ნ.თ., ბუაძე ე.პ.</i></p>	138

ИВЕРИ ПРАНГИШВИЛИ И КРИЗИС СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ

Герасимов А.Б., Вепхвадзе М.Т., Горгадзе К.М.

Грузинский технический университет

Обладая обширными знаниями во всех областях науки академик Ивери Прангишвили пришёл к выводу, «что общепринятые в академической науке физические модели не могут объяснить подавляющее большинство процессов, протекающих во вселённой» и возникла «необходимость в «новой физике» и в новой парадигме строение мира»[1]. Особенно он выделял вредность постулата специальной теории относительности (СТО) Эйнштейна о невозможности движения или распространения чего-либо быстрее света, которая сдерживала, по его мнению, развитие науки. И в действительности, за последние годы появляются всё больше и больше работ аргументированно доказывающих ошибочность СТО. Например, в [2] утверждается, что правильность на самом деле ошибочной СТО внедрялась в сознание людей силой и пропагандой. «Благодаря прессе, об Эйнштейне и его работах вскоре заговорил весь мир. Мощная пропаганда и простота постулатов - лозунгов революции предрешили ее быструю победу, отбросив в сторону труды классиков». О масштабах этой пропагандистской кампании можно судить хотя бы из факта, что уже первая статья по СТО никому неизвестного патентоведа из Берна сразу же после опубликования в 1905 г. периферийным немецким научным журналом была полностью передана трансатлантическим телеграфом в газету «Нью-Йорк Таймс». Последующие многочисленные публикации в мировой прессе о гениальном физике и его теории также носили явно заказной характер». «Еще в 1934 г. было принято Постановление ЦК ВКП (б) «По дискуссии о релятивизме», по которому за критику теории относительности отправляли в лагерь. После войны это Постановление стало нарушаться, и в 1964 г. Президиуму АН СССР пришлось издать новое Постановление, запрещающее ставить под сомнение положения теории относительности». «До сих пор тема об источнике финансирования и организаторах этой компании остается запретной для историков науки (вспомним, что о главном источнике финансирования большевистского переворота советские историки молчали семь десятилетий)».

Из истинных уравнений Максвелла следует, что они предполагают бесконечно большую скорость передачи кулоновского и магнитного взаимодействий. Реально это означает, что кулоновская и магнитная силы передаются в пространстве гораздо быстрее электромагнитной волны. Представление о том, что кулоновское и магнитное взаимодействия передаются в вакууме со скоростью света, следует из уравнений Максвелла в волновой форме. Но обычная и волновая формы не эквивалентны! Опыт показывает, что скорость передачи кулоновского и магнитного взаимодействий действительно значительно выше световой. Астроном Н.А. Козырев экспериментально обнаружил [3] почти мгновенное распространение сигнала! Его опыт состоял в следующем: известно, что когда мы видим ночью звезду, она там не находится, поскольку за время достижения её света до нас она сместилась в другое место в пространстве, которое можно очень точно рассчитать, но для нашего взора представляет темноту. Именно в это место он направил телескоп, закрытый светонепроницаемой плёнкой, (рис.1) и получил сигнал, который изменил проводимость резистора. Значит от звезды исходил сигнал, распространяющийся почти мгновенно! Таким образом, СТО, объявившая скорость света предельной, противоречит как уравнениям Максвелла, так и опытам! Эйнштейн в СТО постулировал отсутствие эфира как мировой среды, основываясь на экспериментах Майкельсона, в которых существование эфирного ветра он получил на уровне погрешности измерений, и сделал вывод об его отсутствии, но в 1929 году, усовершенствовав аппаратуру, доказал его существование. До этого в экспериментах 1905-1925 гг. Д. К. Миллеру удалось не только измерить скорость эфирного ветра и его галактическое направление, но и показать, что скорость ветра растёт с высотой над уровнем моря. Кроме того, Миллер установил, что эфирный ветер отсутствует в условиях экранировки измерительного прибора металлическим корпусом или стенами помещения. Работы Миллера обсуждались на специальной конференции в 1927 г. Сторонники СТО апеллировали к работам Р. Дж. Кеннеди, получившего нулевой результат. Доводы Миллера о том, что эксперименты Кеннеди проводились в условиях экранировки ветра корпусом прибора и не могли дать положительного результата, ими не были приняты в расчет. Важно отметить, что молодым ученым было гораздо легче разобраться в положениях новой физики, основанной на простых постулатах, нежели в сложных построениях

Максвелла, Кельвина, Дж. Томсона, Лоренца и других разработчиков эфирных теорий. В 1998г. украинскому радиофизику Ю.М. Галаеву с помощью радиоинтерферометров удалось подтвердить правильность результатов Миллера и Майкельсона. В настоящее время многими исследователями ставятся опыты по изучению эфира и разрабатывается новая теория эфира.

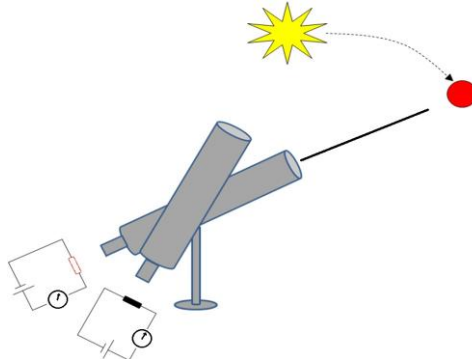


Рис. 1. Схематическое изображение эксперимента Козырева

Все технологии, которые используют изменение местоположения атома в конденсированных средах, основываются на молекулярно-кинетической теории (МКТ). С использованием этих технологий созданы полупроводниковые приборы и интегральные схемы, которые признаны самым большим достижением двадцатого века. Эти технологии играют огромную роль почти во всех отраслях промышленности. Но оказалось, что МКТ работает в области температур на несколько сот градусов ниже температуры плавления вещества и выше. Кроме этого недостатка, оказалось, что за последние 40-50 лет появилось огромное количество экспериментальных данных, связанных с изменением местоположения атома в конденсированных средах, которые не могут быть однозначно объяснены МКТ, а для описания процессов, протекающих при низких температурах, она совершенно непригодна! За последние 10 лет создана молекулярно-потенциальная теория (МПТ) [4,5], одинаково хорошо описывающая все доселе известные экспериментальные данные, связанные с изменением местоположения атома в конденсированных средах как при высоких, так и при низких температурах, а МКТ является частным случаем МПТ, справедливым при высоких температурах. По механизму, основанному на МКТ, для перехода атома из одного местоположения в другое необходимо появление около него флуктуации кинетической энергии, достаточной для разрыва химических связей соседними атомами описываемой в МКТ высотой потенциального барьера (рис.2,а). Вероятность W_A этого перехода выражается формулой

$$W_A = B \exp(-U/kT) \quad (1),$$

где U - высота потенциального барьера (энергия химической связи данного атома с соседними); T - температура; K - постоянная Больцмана; B - коэффициент слабо зависящий от температуры.

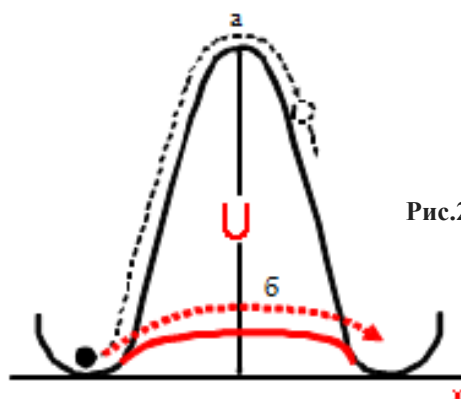


Рис.2. высота потенциального барьера

По второму механизму необходимо понижение высоты потенциального барьера (рис.2,б), т.е. такое изменение состояний химических связей, которое уменьшит их энергию. Это изменение можно осуществить как термическим, так и нетермическим воздействием (свет, электрические и магнитные поля, давление, инжекция) и происходит следующим образом.

Экспериментально установлено [6], что двухатомные молекулы делятся на две группы по изменению энергии связи при удалении электрона из их химической связи: у одной из них энергия химической связи уменьшается, а у другой увеличивается. Таким образом, электроны, участвующие в создании химической связи, могут находиться в двух состояниях, находясь в одном состоянии, они укрепляют связь, а вдругом - ослабляют её. На языке квантовой механики первое называется связывающей орбиталью, второе – антисвязывающей орбиталью [6].

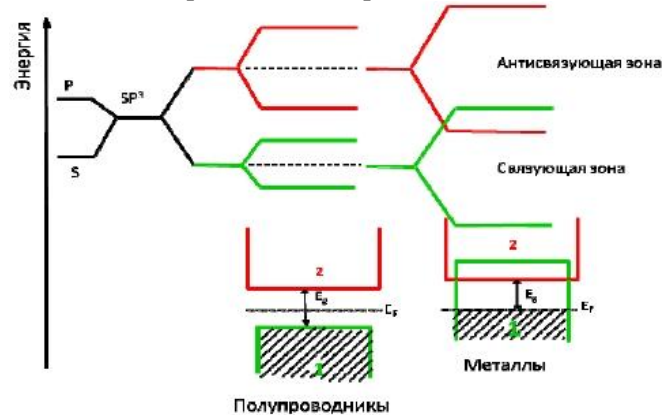


Рис. 4. Образование гибридных орбиталей при сближении атомов, E_g – ширина запрещенной или псевдо запрещенной зоны

А электроны, находящиеся на этих орбиталях, т.е. энергетических уровнях, именуется, соответственно, связывающими и антисвязывающими электронами, соотношение количества электронов, находящихся на этих энергетических уровнях около данного атома, определяет энергию (силу) химической связи с соседними атомами. Чем больше электронов на связывающих энергетических уровнях по сравнению с находящимися на антисвязывающих, тем больше энергия химической связи. Если эти количества равны, то энергия химической связи равна нулю (т.е. хим. связи нет), поскольку выигрыш энергии системы, обусловленный связывающими электронами (минимум энергии), нивелируется антисвязывающими электронами (максимум энергии). В твёрдых телах (состоящих из большого количества атомов) связывающие и антисвязывающие состояния преобразуются в соответствующие зоны определённой энергетической ширины [6]. В диэлектриках и полупроводниках эти зоны разделены энергетической щелью, так называемой, «запрещённой зоной», а в металлах они перекрыты (рис.3). В результате перехода электрона из связывающей в антисвязывающую зону в ней появляется электрон, а в связывающей зоне образуется свободное место, так называемая «дырка». Обе эти квазичастицы уменьшают энергию химической связи между атомами, около которых они окажутся во время своего хаотического движения, поэтому их именуют антисвязывающими квазичастицами (АКЧ) [4,5]. Естественно, чем больше концентрация АКЧ, тем более ослаблена химическая связь в материале и тем легче изменение местоположения атомов. При этом, необходимо отметить, что АКЧ можно создавать как термическим, так и атермическим способом (давление, свет, инжекция, электрические и магнитные поля) (рис.4). В случае твёрдого тела, если АКЧ созданы атермическим способом, оно должно размягкаться и расширяться без нагрева (из химии известно правило: с уменьшением энергии химической связи происходит увеличение её длины, т.е. расстояния между атомами), что доказано экспериментально [7-9]. Оба эксперимента однозначно доказывают существование АКЧ и их влияние на увеличение вероятности W_A изменения местоположения атомов в веществе. Исходя из новых представлений МПТ для вероятности W_A изменения местоположения атомов в веществе, получено выражение

$$W_A = A(n_{ABQP} / N_a)^\beta W_{ph} \quad (2)$$

где A - почти постоянная величина; n_{ABQP} - концентрация АКЧ; N_a - концентрация атомов (молекул) вещества; β - число АКЧ около данного атома, необходимое для уменьшения высоты потенциального барьера до нуля; W_{ph} - вероятность присутствия фононов определённой энергии вблизи данного атома. Из данной формулы видно, что W_A не зависит от температуры, в отличие от (1), которая имеет экспоненциальную зависимость от температуры. Таким

образом, ясно, что механизм Френкеля справедлив при высоких температурах по сравнению со вторым механизмом, который работает и при низких температурах в случае атермических воздействий на испытуемый материал. Из МПТ следует очень важный вывод: технологии, обычно выполняемые при высоких температурах, можно проводить при низких температурах! Это даёт не только огромный выигрыш в энергозатрате, но и возможность создания новых технологий!

При сближении атомов образование (на примере 4-ой группы системы) гибридных орбиталей и дальнейшее их расщепление на связывающие и антисвязывающие орбитали, из которых при дальнейшем сближении атомов образуются связывающие и антисвязывающие зоны (рис.3). В диэлектриках и полупроводниках эти зоны разделены энергетической щелью, так называемой «запрещённой зоной», а в металлах они перекрыты, но энергетическое расстояние от уровня Ферми до антисвязывающей зоны называется «квази запрещённой зоной».

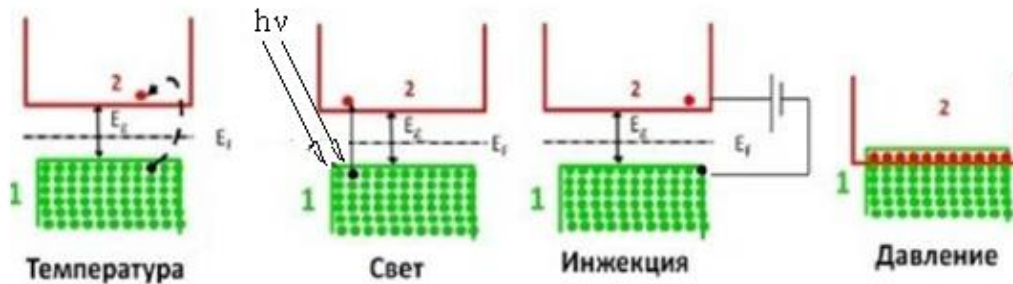


Рис. 4. Различные методы создания АКЧ

Академик Ивери Прангишвили приводит большой перечень явлений, в том числе официально относящихся к метафизике [1], которые не могут быть объяснены существующими парадигмами и стандартной физикой, поэтому, по его убеждению, необходима «новая физика» и новые парадигмы. В отличие от большинства крупных представителей официальной науки, к числу которых принадлежит и он, Академик Ивери Прангишвили не отрицает телепатию, телекинез, телепортацию, существование души, загробную жизнь, интуицию и другие паранормальные явления, которые не могут быть объяснены четырьмя принятыми стандартной физикой взаимодействиями. Значит должно существовать минимум еще одно, пока неизвестное взаимодействие. Н. Бобровым обнаружено неизвестное, дистанционное воздействие неживой материи на живую [10]. Они облучали семена растений светом, и они проросли значительно быстрее, чем необлучённые. Потом семена поместили в непрозрачный для света контейнер и опять осветили. Эффект остался прежним. Значит, от источника света исходило неизвестное воздействие! В Корнелльском университете (США) изучают обратное воздействие живого на неживое: мысленно заставляют ошибаться компьютер или искривляют прямолинейную траекторию электронного пучка. Как известно, о существовании телепатии до сих пор идут споры, но та же группа Н. Боброва создала элемент, фактически имитирующий мембрану клетки, которая чувствовала не только воздействие телепатов, но и обычных людей, когда они были возбуждены! Теперь о телепортации. Несколько лет назад лауреат Нобелевской премии в области медицины Люк Монтане вместе с интернациональной группой исследователей провёл следующий эксперимент [11]: в одной пробирке были молекулы ДНК, в другой вода. Они были расположены рядом и полностью изолированы от магнитного поля Земли. Их облучили электромагнитными волнами так, что на пробирку с молекулами ДНК излучение попадало после прохождения через пробирку с водой. Уже через день в пробирке с водой появились молекулы ДНК, т.е. произошла телепортация молекул ДНК!

Академик Ивери Прангишвили совместно с Петром Горяевым провели очень важное исследование, которое легло в основу создания новой генетики, так называемой волновой или квантовой генетики. Группа П. Горяева обнаружила [12], что гены испускают электромагнитные и акустические волны и поглощают их. В результате полученной информации они соответственно меняют свою программу действия. Был проведён следующий эксперимент: у здоровых

крысы вырезали поджелудочную желёзы и разделили их на две группы. Одну из них в течение нескольких дней облучали предварительно записанным лазерным излучением генов здоровой крысы, а вторую – нет. При этом источник облучения находился на удалении в несколько километров. Через некоторое время у крысы первой группы произошла регенерация желёз и они выздоровели. Из второй группы все крысы погибли. Было также обнаружено, что добрые и ласковые слова улучшают структуру генов, а злые и грубые – ухудшают. Теперь понятно значение длинных, добрых, хвалебных тостов грузинского застолья!

В существование бессмертной души человека верят только истинные верующие, а большинство людей и научных работников не верят, в том числе и некоторые выдающиеся учёные. В отличие от последних, Академик Ивери Прангишвили не только верил в существование бессмертной души, но и призывал к активному исследованию этого важнейшего феномена! Верующие научные работники доказательством существования бессмертной души считают то, что все люди, испытавшие клиническую смерть, слышали и видели всё происходящее вокруг их бездыханного тела сверху. Однако скептики возражают, приписывая всё это особому состоянию мозга. Но недавно стало известно очень важное явление: когда космонавтов тренируют на выдержку к большим ускорительным нагрузкам, при достижении определённых скоростей космонавты начинают видеть свой затылок! Этот факт, вместе с откровениями многих известных исследователей человеческого мозга, в том числе выдающего нейрохирурга атеиста Пенфильда, что «мозг это компьютер, а управляется он извне», на наш взгляд, является бесспорным доказательством существования души.

Ивери Прангишвили активнейшим образом занимался изучением развития общества и пришёл к выводу, что технический прогресс нельзя остановить, несмотря на то, что он отрицательно влияет на жизнь человека. Выход он видел в духовном возвышении общества.

Исходя только из вышеприведённого материала, известного авторам данного сообщения, можно уже смело сделать вывод, что Академик Ивери Прагишвили является не только научным деятелем высочайшего класса, но и мощным мыслителем современности.

ЛИТЕРАТУРА

1. И. Прангишвили. Системный подход и повышение эффективности управления. -Москва, Наука, 2005, сс. 42-69.
2. С. Салль. Фальсификация науки, опубликовано igma, Наука, 2012, сс.2-16.
3. Н. Козырев и В. Насонова. О некоторых свойствах времени, обнаруженных астрономическими наблюдениями. В сборнике «Проблемы исследования Вселённой», вып.9, -М-Л, 1980.
4. A. Gerasimov. Basics of Semiconductor Device Production Low-Temperature Technology. -Tbilisi, university Press, 2005, 236 p.
5. A. Gerasimov. Principles of the Molecular-Potential Theory. /Proceeding of the International scientific Conference on Basic Paradigms in Science and Technology Development for the 21st Century. -Tbilisi, 2012, pp. 391-397.
6. У. Харрисон. Электронная структура и свойства твёрдых тел. -Москва, Мир, том 1, 1983, сс. 30-132.
7. Gerasimov A. B., Chiradze G. D., Kutivadze N.G. On the Physical Nature of a Photomechanical Effect. // Semiconductors, 2001, v. 35, №1, p. 70.
8. Герасимов А.Б., Кутелия Э.Р., Чирадзе Г.Д., Бохочадзе З.Г., Кимеридзе Д.А., Ратиани Т.К. Влияние света на микротвёрдость металлов. // Физика и химия обработки материалов, 2003, №4, с. 5.
9. A.B.Gerasimov, G.D.Chiradze, Z.G.Gogua. Widening of Si under the impact of illumination. //Ukr. J. Phys. 2006, V.51, N8.
10. Бобров А. В. Полевые информационные взаимодействия. Сборник трудов. -Орёл, ГТУ, 2004, 570 с.
11. Журнал "Феномен" №7, 2012, с. 30.
12. Гаряева П. П. Лингвистико – волновой геном: теория и практика. -Киев, Институт квантовой генетики, 2009.

SUMMARY

IVERI PRANGISHVILI AND THE CRISIS IN MODERN PHYSICS

Gerasimov A.B., Vepkhvadze M.T. and Gorgadze K.M.

Georgian Technical University

Iveri Prangishvili's prediction about the necessity in "new physics" and the paradigm about the structure of the world for the further progress of science is justified. Based even on the available for the author materials about I. Prangishvili's diverse research activities up to metaphysics, it is shown that Academician Iveri Prangishvili was a great thinker of our time.

Keywords: intuition, crisis, science, paradigm, physics.

ON THE PROBLEM OF SYNTHESIS OF LC-CIRCUITS WITH PREDEFINED RESONANCE FREQUENCIES

Prangishvili A.I., Milnikov A.A. and Rodonaia I.D.

Georgian Technical University
LEPL Rafiel Dvali Institute of Machine Mechanics, Georgian Technical University

Abstract. Based on the earlier developed modified intermediate problem method a relationship between the eigenvalues (proper frequencies) of impedances of separate branches of the circuit and loop impedances is established. A simple technique of separating the roots of characteristic polynomials was elaborated. A conception of conservativeness of eigenvalues is introduced: an eigenvalue of the zeroth order is called *i*-conservative if it is preserved when the *i* constraints are imposed and vanishes when the *i* + 1 constraints are imposed, and an eigenvalue is called conservative if it is preserved when the *n*-*k* constraints are imposed, i.e. it is the eigenvalue of both a pure loop circuit and a finite *k*-loop circuit. The finite steps recurrent process of intermediate problems methodology was determined. The latter leads to new results concerning the multiplicity of LC-circuit eigenvalues, and to a new approach to the synthesis of circuits with a given range of eigenfrequencies by means of simply choosing the required number of elements (impedances) of the same kind in primitive circuits.

Keywords: eigenvalues, electrical circuit, pure-loop circuit, pure-node circuit, orthogonal circuits, intermediate problems, roots multiplicity, eigenvalues conservativeness.

1. Introduction and Problem Formulation

We have firstly to state shortly the basic conceptions of the tensor theory of electrical circuits [1] and some of our previous results connected with the theory [3-5].

Four types of circuits (introduced by G. Kron [1]) are used in this paper: pure-loop, pure-node, orthogonal and primitive. The first one is a circuit that consists only of loops, on the contrary, a pure-node circuit consists only of node pairs, orthogonal circuits are ordinary circuits with both loops and node pairs and a primitive circuit is a circuit consisting of disconnected branches, in each of which L and C elements are connected in series [1].

The pure-loop circuit can be easily obtained from an ordinary, i.e. orthogonal circuit: if we have a *k* loop circuit, then we should short-circuit $n-k = m-1$ node pairs. However, in the case of node analysis leading to pure-node circuits, we are to do a dual operation: to open *k* loops.

In [3-5] it was shown that, to each circuit, one can assign two pairs of conjugate linear vector spaces HL^n , HL_n and CL^n , CL_n , one of which has a homological origin, while the other one—cohomological one. Four spaces generate two pairs of conjugate variables *e*, *i* and *E*, *I*. In addition, invariance of input (homological) and output (cohomological) powers was proved. The latter allowed us to substantiate a tensor model of the multiloop electrical circuit. From this point of view, one can consider the mesh current method as the tensor form of Ohm's law written for *k*-dimensional homological spaces HL^k and HL_k , while the node voltage method is the tensor form of Ohm's law written for $m-1 = n-k$ -dimensional cohomological spaces CL^{n-k} and CL_{n-k} . The kinetic (magnetic) energy of the circuit is a bilinear form to which there corresponds a twice-covariant inductance (mass) tensor. The potential (electric) energy of the circuit is a bilinear form to which there corresponds a twice contravariant capacitance (elasticity) tensor [3-5].

Another result important for the following is that, to a given primitive circuit, one can assign the group G_C of transformations $C(A)$, which completely describes all possible kinds of pure-loop circuits (pure-node circuits), can be obtained from the initial primitive circuit.

Hereafter we use the notation for eigenvalues λ , which is equal to the second power of angular frequency $\lambda = \omega^2$.

The problem associated with the synthesis of multiloop LC-circuits with predefined resonance frequencies (eigenvalues) is one of the most demanded in developing of different modern digital and analog communication devices. With this in view, various methods are used, but the majority of them are complicated and time-consuming. The objective of this paper is to present a new approach to the problem of synthesis of multiloop LC-circuits with predefined resonance frequencies based on the Modified Intermediate Problems method [4-5] and G. Kron's conceptions [1].

The method under consideration is based on both the tensor model of multiloop electrical circuits and our previous results of modification of the Weinstein's method of intermediate problems for multiloop electrical circuits analysis.

2. Basic Part

2.1. The Weinstein function for electrical oscillatory systems

Let us transform the initial K-loop circuit to a pure-loop circuit by shorting the n- k node pairs. To this circuit, there corresponds the n-dimensional operator $Z^{(n)}$. Moreover, we have a primitive circuit to which there also corresponds the n-dimensional operator Z_D , which matrix is diagonal with the diagonal entries $\lambda_{ii} - 1/c^i$ ($i=1, 2, \dots, n$).

The matrices $Z^{(n)}$ and Z_D are related through

$$Z^{(n)}(\omega) = C^T Z_D(\omega) C, \quad (1)$$

where C is the $n \times n$ matrix of transformation of the initial primitive circuit to the connected pure-loop one.

Similar to (1), one can write down a transformation for pure-node circuits

$$Y^{(n)}(\omega) = A^T Y_D(\omega) A, \quad (1')$$

where A is the covariant tensor connecting the conductance tensor $Y_D(\omega)$ of the primitive circuit with the tensor $Y^{(n)}(\omega)$ of the orthogonal pure-node circuit.

It was shown that the tensors A and C were related by [3]

$$A^T = C^{-1}. \quad (2)$$

The latter leads to

Proposition 1. The determinant of the conductance node matrix of an arbitrary k-loop LC-circuit is the Weinstein function for the loop impedance matrix of this circuit, and vice versa.

In addition, an important result for the subsequence considerations is

Proposition 2. All pure-loop circuits contained in the group G_c of the initial primitive circuit possess pairwise equal eigenvalues equal in their turn to the eigenvalues of the primitive circuit.

Note that these eigenvalues are equal to $\lambda_i = 1/l_{ii} c^i$ $i=1, 2, \dots, n$.

The above reasoning was carried out using the terms of the method of loop currents. The same can also be done in terms of node voltages. We omit the consideration of the case because of lack of space, but note that in this case the admittance tensor Y^n should be used.

Proposition 2 implies that, in the method of intermediate problems, we should consider either a pure-loop circuit or a pure-node circuit as basic problems, because the eigenvalues are likewise easily calculated. As the basis operator, we should consider the impedance tensor $Z^{(n)}$ of a pure-loop circuit (the admittance tensor $Y^{(n)}$ in the case of a pure-node circuit). Consecutive imposing of constraints on the pure-loop circuit generates a sequence of respective intermediate operators $Z^{(n-1)}, Z^{(n-2)}, \dots, Z^{(k)}$..

Further, we proceed from the fact that the operator $Z^{(n-k)}$ can be obtained from the operator $Z^{(n)}$ by opening successively the n-k short-circuited node pairs of the pure-loop circuit, which is equivalent to imposing the n-k constraints.

If one numbers all n loops so that fictitious n-k loops would get the last n-k numbers, then the opening of the j-th loop obviously leads to the constraint equation

$$i_j = 0 \quad (3)$$

To this equation, there corresponds the constraint vector $p_j = (0; 0; \dots; 1; \dots, 0)$, where 1 is in the jth position. Thus the k-loop circuit is obtained from the corresponding pure-loop circuit by imposing successively (or simultaneously) the n-k constraints to which there correspond n-k mutually orthogonal, unit basis constraint vectors p.

From the geometric standpoint, the process of imposing the r constraints corresponds to the transformation of the operator $Z^{(n)}$ to its part $Z^{(n-r)}$, which is defined on the subspace LH^{n-r} of the space LH^n . Now we can obtain the concrete representation of the part of the operator $Z^{(n)}$.

Proposition 3. The operator $Z^{(n-r)}$ which is part of the operator $Z^{(n)}$ and defined on the subspace LH^{n-r} is represented in the coordinate from as a principal submatrix of order n-r of the matrix $Z^{(n)}$.

We omit the proof of proposition 2 that can be found in [3].

Thus, when constraints of type (4) are successively imposed on the pure-loop circuit, we obtain a number of intermediate problems on eigenvalues for a chain of operators

$$Z^{(n-1)}, Z^{(n-2)}, \dots, Z^{(k)} \tag{4}$$

each of which is, in coordinate terms, a principal submatrix (of one order less) of the preceding operator.

Let us denote the Weinstein's function $W^{0,r}(\lambda)$ obtained by imposing simultaneously the r constraints on the basis oscillatory system and call it a function of the r-th order. In case one constraint is imposed successively, there arise intermediate Weinstein's functions for which we use the notation $W^{r-1,r}(\lambda)$, which means that one more constraint has been added after imposing the r-1 constraints on the system. At that, the number of degrees of freedom of the oscillatory system (the number of independent loops or node pairs of the electric circuit) has decreased by one: before and after imposing the r-th constraint this number is equal to n-(r-1) and n-r, respectively. The relation of intermediate Weinstein's functions with the Weinstein' function of the r-th order is defined by means of Aronszajn's equation [6]

$$W^{0,r}(\lambda) = W^{0,1}(\lambda)W^{1,2}(\lambda)\dots W^{r-1,r}(\lambda), \tag{5}$$

that reflects the process of a successive imposition of r constraints.

We know that the determinant of the node conductance matrix is equal to the sum of products of conductance values of the branches of each tree of the circuit graph [3]. Hence it is obvious that $|A_{n-k}^T Y_D(\lambda) A_{n-k}|$ can be represented by such a sum. The number of trees of the graph (the number of summands into which the determinant $|A_{n-k}^T Y_D(\lambda) A_{n-k}|$ decomposed) is not difficult to define if we calculate this determinant for all branch conductance values equal to one. The resulting natural number is equal to the number of graph trees. The number of cofactors of each summand is equal to the number of node pairs of the considered circuit. The latter conclusion follows from the definition of the tree as a set of branches connecting all the graph nodes, but not forming any closed loop.

Each summand of the determinant $|A_{n-k}^T Y_D(\lambda) A_{n-k}|$ can be represented as the product of the inverse values to the branch impedances: $\frac{1}{z_{i_1}} \frac{1}{z_{i_2}} \dots \frac{1}{z_{i_m}}$, where $m=n-k+1$ is the number of circuit node

pairs. Thus we obtain

$$|A_{n-k}^T Y_0(\lambda) A_{n-k}| = \sum_{i_1 i_2 \dots i_m} \frac{1}{z_{i_1}} \frac{1}{z_{i_2}} \dots \frac{1}{z_{i_m}}, \tag{6}$$

where the sum is taken over all trees of the considered graph.

The common denominator of (6) is obviously the product of impedance values of all trees, i.e. $z_1(\lambda)\dots z_n(\lambda)$, while the numerator of each summand is the product of k impedance values of branches not contained in the considered tree, i.e. the product of branches that complement the concrete tree to make it a graph. This means that the numerator of (6) contains the sum of polynomials of the k-th order (since each impedance is a polynomial of first order) which gives the polynomial of the k-th order $P^k(\lambda)$ the roots of which are equal to the eigenvalues of the considered k-loop circuit. The polynomial $P^k(\lambda)$ is therefore the determinant of the loop conductance matrix Z of this circuit. The roots of the denominator (which is a polynomial of the n-th order) are both the poles of the Weinstein's function and the eigenvalues of the corresponding pure loop circuit, since it is obvious that

$$z_1(\lambda)\dots z_n(\lambda) = |C^T Z_D(\lambda) C| = Z^{(n)}(\lambda)$$

i.e. the latter production is in its turn the determinant of the loop impedance matrix of the primitive or the pure loop circuit (the latter two determinants differ from each other only in constant cofactors that do not affect the root values).

The above arguments actually prove

Proposition 4. The Weinstein function $W^{0,r}(\lambda)$ of the r-th order defined for a linear circuit is the relation of the determinants: 1. of the n-r-loop circuit obtained by imposing r constraints on the pure-loop circuit and 2. of the basis (primitive) circuit:

$$W^{0,r}(\lambda) = \frac{(\lambda_1^{(r)} - \lambda)(\lambda_2^{(r)} - \lambda) \dots (\lambda_{n-r}^{(r)} - \lambda)}{(\lambda_1^{(0)} - \lambda)(\lambda_2^{(0)} - \lambda) \dots (\lambda_n^{(0)} - \lambda)} = \frac{|Z^{(n-r)}(\lambda)|}{|Z_D(\lambda)|}$$

The intermediate Weinstein's function is equal to

$$W^{i-1,i}(\lambda) = \frac{(\lambda_1^{(i)} - \lambda)(\lambda_2^{(i)} - \lambda) \dots (\lambda_{n-i}^{(i)} - \lambda)}{(\lambda_1^{(i-1)} - \lambda)(\lambda_2^{(i-1)} - \lambda) \dots (\lambda_{n-(i-1)}^{(i-1)} - \lambda)} = \frac{|Z^{(n-i)}(\lambda)|}{|Z^{(n-i+1)}(\lambda)|}, \quad (7)$$

where $Z^{(n-i)}(\lambda)$ is the loop impedance matrix of the n-i-loop circuit, $Z^{(n-i+1)}(\lambda)$ is the loop impedance matrix of the n-i+1 loop circuit.

Using (7), one can easily obtain Aronszajn's formula (5). Indeed, we can write the product of intermediate Weinstein functions in the form

$$W^{0,1}(\lambda) \dots W^{r-1,r}(\lambda) = \frac{|Z^{(n-1)}(\lambda)|}{|Z^{(n)}(\lambda)|} \frac{|Z^{(n-2)}(\lambda)|}{|Z^{(n-1)}(\lambda)|} \dots \frac{|Z^{(n-(r-1))}(\lambda)|}{|Z^{(n-(i-2))}(\lambda)|} \frac{|Z^{(n-r)}(\lambda)|}{|Z^{(n-(r-1))}(\lambda)|} = \frac{|Z^{(n-r)}(\lambda)|}{|Z^{(n)}(\lambda)|} = W^{0,r}(\lambda).$$

In the general case, the proof of the Aronszajn relation is rather difficult, while for electric circuits it is a simple corollary of Proposition 4.

The above reasoning can be paraphrased for the dual (cohomological) model of a circuit.

2.2 Roots separation and multiplicity

It is obvious that, when the i constraints are imposed on the pure loop circuit, we obtain new eigenvalues, which allows us to introduce

Definition 1. The eigenvalues of the basis oscillatory system are called the eigenvalues of the zeroth order (they correspond to the operator $Z^{(n)}(\lambda)$), while eigenvalues obtained by imposing the i constraints on the pure loop circuit (they correspond to the operator $Z^{(n-i)}(\lambda)$) are called the eigenvalues of the i-th order.

It is obvious that, in the light of the introduced terminology, the eigenvalues of the considered k-loop circuit are the eigenvalues of the n-k-th order (they correspond to the operator $Z^k(\lambda)$). Thus, to each k-loop circuit, there correspond the n-k series of eigenvalues $\lambda_1^{(n)}, \dots, \lambda_n^{(n)}; \lambda_1^{(n-1)}, \dots, \lambda_{n-1}^{(n-1)}; \dots; \lambda_1^{(n-k)}, \dots, \lambda_k^{(n-k)}$ (the last n-k-th series consisting of eigenvalues in the conventional sense)

Note that the eigenvalues of the zeroth order $\lambda_1^{(n)}, \dots, \lambda_n^{(n)}$ are in fact the eigenvalues of individual impedances that make up the k-loop circuit and therefore in the general case the notion of an eigenvalue of the zeroth order does not coincide with the notion of a partial frequency. However, the eigenvalues of individual impedances are partial frequencies for the pure loop circuit.

Also note that the presence of multiple eigenvalues of the zeroth order testifies to the existence of groups of impedances of the same kind in a primitive circuit, the number of elements of each group being equal to the corresponding multiplicity.

Using Rayleigh's theorem, one can prove

Proposition 5. The eigenvalues of the operator $Z^{(i-1)}(\lambda)$ separate the eigenvalues of the operator $Z^{(i)}(\lambda)$.

Indeed, the operator $Z^{(i-1)}(\lambda)$ is obtained from the operator $Z^{(i)}(\lambda)$ by imposing one constraint (by opening one fictitious loop). By Rayleigh's theorem, this means that the eigenvalue of both operators satisfy the inequalities

$$\lambda_j^{(n-i)} \leq \lambda_j^{(n-i+1)} \leq \lambda_{j+1}^{(n-i)} \quad (8)$$

Q.E.D.

From Proposition 5, it follows that the eigenvalues of the k-loop circuit (the eigenvalues of order n-k) and eigenvalues of the corresponding pure-loop circuit (eigenvalues of zeroth order) are related

by the inequalities (this case corresponds to imposing simultaneously or consequently the k constraints)

$$\lambda_j^{(n)} \leq \lambda_j^{(n-k)} \leq \lambda_{j=1}^{(n)} \tag{9}$$

Inequalities (8) and (9) provide a simple technique of separating the roots of characteristic polynomials of operators $Z^{(i)}(\lambda)$, which enables us to construct a simple effective algorithm of defining a full range of eigenvalues of an arbitrary LC- circuit with a great number of degrees of freedom (with a great number of loops) [xxx].

It should be noted that, unlike the traditional approach consisting in attempts to connect eigenfrequencies and partial ones, inequalities (8), (9) and the expression obtained for the Weinstein function (Proposition 4) make it possible to connect eigenfrequencies of individual impedances with those of the k-loop circuit.

A question naturally arises: what happens to eigenvalues in passing from the operator $Z^{(i)}(\lambda)$ to the operator $Z^{(i-1)}(\lambda)$?

The answer is provided by the Aronszajn’s lemma: when one constraint is imposed, the eigenvalue either may be preserved (and even its multiplicity may increase) or vanish (the latter corresponds to the case when the initial multiplicity equal to one decreases by one) [6].

This reasoning leads to

Definition 2. The eigenvalue of the zeroth order is called **i-conservative** if it is preserved when the i constraints are imposed and vanishes when the i + 1 constraints are imposed. The eigenvalue of the zeroth order $\lambda_j^{(n)}$ is called **conservative** if it is preserved when the n-k constraints are imposed, i.e. it is the eigenvalue of both the pure loop circuit and the finite k-loop circuit.

A corollary of the definition 2 is

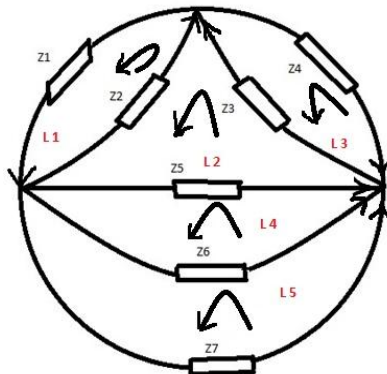
Proposition 6. Eigenvalues of the zeroth order of the pure loop circuit (of the basis oscillatory system), the multiplicity r of which is greater than the number of node pairs $m=n-k-1$ in the k-loop circuit, are conservative.

Indeed, by Aronszajn’s lemma, when the i constraints are imposed, the multiplicity r of the eigenvalue may decrease by i at most and therefore for $i=n-k$ and $r>(n-k)$, where n-k is the number of node pairs in the initial k-loop circuit, the corresponding eigenvalue of the zeroth order is preserved a priori and, at the same time, it is the eigenvalue of the k-loop circuit of interest. The latter implies that this eigenvalue is conservative, Q.E.D.

Proposition 6, seemingly so simple, proves to be rather effective, since, when the primitive circuit has a sufficiently great number m of equal impedances (recall that their number is equal to the multiplicity of the eigenvalue of the zeroth order), there is no need to calculate the corresponding eigenvalue of the k-loop circuit – it is enough only to verify the fulfillment of a simple inequality $r>(n-k)$. The latter circumstance can be used in the synthesis of circuits with a given range of eigenfrequencies by simply choosing the required number of elements (impedances) of the same kind in the primitive circuit.

3. Example

In the Figure is shown a circuit, and in Table 1 its loop matrix is given.



A Circuit with n=7 branches, k=5 loops and m=3 nodes

Table 1

	1	2	3	4	5	6	7
1	1	1	0	0	0	0	0
2	0	-1	1	0	1	0	0
3	0	0	-1	-1	0	0	0
4	0	0	0	0	-1	1	0
5	0	0	0	0	0	-1	1

Table 2

	1	2	3	4	5	6	7
L_i	2	2	2	4	5	6	7
$1/C_i$	4	4	4	16	25	36	49
$\lambda_i = 1/L_i C_i$	2	2	2	4	5	6	6

Table 3

	1	2	3	4	5	6	7
L_i	2	2	2	2	5	6	7
$1/C_i$	4	4	4	4	25	36	49
$\lambda_i = 1/L_i C_i$	2	2	2	2	5	6	6

Table 4

Case	Calculated Eigenvalues (Characteristic Roots) of the Circuit (the Figure)			
Table 2	2.0	3.0	4.1	5.6
Table 3	2.0	2.0	3.8	5.6

The values of branch inductances and the inverse values of capacitors are given in Tables 2 and 3. One can see that, in the first case (Table 2), there are 3 equal eigenvalues (branches 1 through 3) in the initial primitive circuit containing 7 disconnected branches, that is the root $\lambda_1 = 2$ has multiplicity $r=3$, which is bigger than the number of node pairs $m=2$ of the circuit (the Figure). From Table 4, one can see that this characteristic root is still present in the final set of roots that is the root is conservative (Definition 20). Similarly, if we take primitive roots multiplicity equal to 4 (Table 3, branches 1 through 4), the root $\lambda_1 = 2$ turns to be also conservative, but now with multiplicity $r=2$ (Table 4).

Finally, we have to outline that Proposition 6 gives only a sufficient condition for the conservativeness of eigenvalues. It means that, in special cases, there exist multiple conservative eigenvalues even when the conditions of proposition 6 are not met. We will discuss it in subsequent publications.

4. Conclusion

A relationship between the eigenvalues (proper frequencies) of impedances of separate branches of the circuit and loop impedances is established.

A simple technique of separating the roots of characteristic polynomials was developed. A conception of the conservativeness of eigenvalues is introduced: the eigenvalue of the zeroth order is called i -conservative if it is preserved when the i constraints are imposed and vanishes when the $i + 1$ constraints are imposed, and the eigenvalue is called conservative if it is preserved when the $n-k$ constraints are imposed, i.e. it is the eigenvalue of both the pure loop circuit and the finite k -loop circuit. The finite steps recurrent process of intermediate problems methodology was determined. The latter leads to the new results concerning the LC-circuit eigenvalues multiplicity, and to a new approach to the synthesis of circuits with a given range of eigenfrequencies by means of simply choosing the required number of elements (impedances) of the same kind in primitive circuits.

REFERENCES

1. G. Kron. Tensor Analysis of Networks.- John Wiley & Sons, New York, 1959.
2. A. Milnikov, A. Prangishvili. Some Problems on the Theory of Engineering Systems (Geometric Approaches). - NOVA Publishers, N.Y., 2014.

3. A. Mylnikov. Tensor-Geometric Methods for the Problems of Circuit Theory. // Journal of Mathematical Sciences, January 2008, vol. 148, No. 2, pp. 192-258.
4. A. Milnikov. Modification of Intermediate Problems: Method for Electrical Circuits. / Proceedings of the 7th International Conference on Circuits, Systems and Signals (CSS'13), Harvard, Cambridge, MA, USA, 2013, pp.156-162.
5. A. Mylnikov. Tensor-geometric methods for the problems of the circuit theory. // Journal of Mathematical Sciences, 2008, vol. 148, No. 2, 2008, pp.192-258.
6. H. Gould. Variational Methods for Eigenvalue Problems. - Oxford University Press, London, 1966.

РЕЗЮМЕ

О ПРОБЛЕМЕ СИНТЕЗА LC-СХЕМ С ЗАДАНЫМИ РЕЗОНАНСНЫМИ ЧАСТОТАМИ

Прангишвили А.И., Мыльников А.А., Родоня И.Д.

Грузинский технический университет

Институт механики машин им. Р. Двали Грузинского технического университета

На основе ранее разработанного модифицированного метода промежуточных проблем установлено отношение между собственными значениями (собственными частотами) импедансов отдельных ветвей схемы и полным сопротивлением контура. Разработан простой способ отделения корней характерного полинома. Вводится концепция консервативности собственных значений: собственное значение нулевого порядка называется i -консервативным, если оно сохраняется при наложении i ограничений и исчезает при наложении $i+1$ ограничений, и собственное значение нулевого порядка называется консервативным, если оно сохраняется при наложении $n-k$ ограничений, т.е. это собственное значение и чисто контурной схемы, и конечной k -контурной схемы. Определен рекуррентный процесс конечных шагов методологии промежуточных задач. Последний ведет к новым результатам, касающимся множества собственных значений LC-схем, и к новому подходу к синтезу схем с заданным диапазоном собственных значений простым путем выбора числа элементов (импедансов) одного вида в элементарных схемах.

Ключевые слова: собственные значения, электрическая схема, чисто контурная схема, чисто узловая схема, ортогональные схемы, множество корней, консервативность собственных значений.

არანიუტონისეული გამტარი სითხის ავტომოდულური ამოცანების შესახებ სიტუზაგაცემის ბათვალისწინებით

კეკენაძე მ.გ., ციციშვილი ზ.ა.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ნაშრომში განიხილება გამტარი არაკუმშვადი არანიუტონისეული სითხის მოძრაობა. სითხის რეოლოგიური კანონი ხარისხოვანია და კავშირი ძერის τ დაძაბულობასა და სიჩქარის $\frac{\partial U}{\partial y}$ გრადიენტს შორის ბრტყელი მოძრაობის შემთხვევაში არის [1,2] სახის.

$$\tau = R \left| \frac{\partial U}{\partial y} \right|^{n-1} \frac{\partial U}{\partial y}, \quad n > 0. \quad (1)$$

აქ R და n არის გარემოს რეოლოგიური მუდმივები. მჰდ-ის სტაციონარული დინებები ნაწვენები გარემოსი, გამოკვლეულია შრომებში [3-5], ამასთან, როგორც ამ ნაშრომებშია შენიშნული, დილატანტური ($n > 1$) სითხის დინების ხასიათი არსებითად განსხვავდება ფსევდოპლასტიკური ($b < 1$) სითხის დინების ხასიათისაგან.

კერძოდ, გამტარი დილატანტური სითხეების არსებში დინებისას ამ კონკრეტული გარემოთათვის ჰარტმანის განზოგადებული რიცხვებისათვის, რომლებიც აჭარბებენ რაიმე კრიტიკულ მნიშვნელობას, წარმოიქმნება დინების კვაზიმყარი ზონები, რომლებშიც სითხე მოძრაობს არხის კვეთაში მუდმივი სიჩქარით (მაგნიტური პლასტიკურობის ეფექტი) [6,7]. ეს საშუალებას გვაძლევს, რომ ველოდეთ ასეთ გარემოთათვის არასტაციონარულ მჰდ დინებებში ისეთ განსაკუთრებულობებს, რომელნიც კავშირშია სითხის არანიუტონისეულ თვისებებთან.

განვიხილოთ არასტაციონარული მსრბოლი მჰდ დინება ხარისხოვანი რეოლოგიური კანონის მქონე (1) სითხისა, როდესაც არსებობს სიჩქარის განივი მდგენელი, რომელიც წარმოიქმნება სასაზღვრო ზედაპირში გამოჟონვის შედეგად, როდესაც გარე მაგნიტური ველი ერთგვაროვანი და მუდმივია. ჩავთვალოთ, რომ გარემოს ელექტროგამტარებლობის კოეფიციენტი წარმოიდგინება [6] სახით:

$$\sigma = \sigma_0 U^{m-1}, \quad m \geq 1. \quad (2)$$

ვთქვათ სითხეს უჭირავს ნახევარსიბრტყე $y > 0$. ამასთან იგულისხმება, რომ გარე მაგნიტური ველი y ინდუქციით მიმართულია B_0 ღერძის გასწვრივ, ხოლო ელექტრული ველი განსახილველ შემთხვევაში არ არსებობს $\vec{E} = 0$. არაგამტარ ფირფიტაში, რომელიც სითხეში ძევს $y = 0$ სიბრტყეზე ხორციელდება სითხის გაჟონვა $V_y = V(t)$ სიჩქარით.

ფირფიტის მოძრაობისას სითხეში წარმოიქმნება სითხის არასტაციონარული დინება, ამასთან დროის ნებისმიერ მომენტში $\frac{\partial U}{\partial y} > 0$.

რეინოლდსის მცირე რიცხვებისთვის, ე.ი. $Re_m \ll 1$ განტოლებები, რომლებიც აღწერენ არასტაციონარულ დინებას და თბოცვლას განივ მაგნიტურ ველში, დისიპაციური სიტუზამოყოფის გათვალისწინებით. უგრადიენტო მჰდ დინების შემთხვევაში, ჩაიწერება სახით:

$$\frac{\partial U}{\partial t} + V(t) \frac{\partial U}{\partial y} = a \frac{\partial}{\partial y} \left[\left| \frac{\partial U}{\partial y} \right|^{n-1} \frac{\partial U}{\partial y} \right] - \frac{\sigma B_0^2}{\rho} U, \quad (3)$$

$$\frac{\partial T}{\partial t} + V(t) \frac{\partial T}{\partial y} = \frac{v}{\rho C_p} \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{a}{C_p} \left| \frac{\partial U}{\partial y} \right|^{n+1}, \quad (4)$$

სადაც $a = \frac{R}{\rho}$, $U(y,t)$ არის სითხის დინების სიჩქარე, $T(y,t)$ ტემპერატურა.

(2)-ის ჩასმით (3)-ში მივიღებთ:

$$\frac{\partial U}{\partial t} + V(t) \frac{\partial U}{\partial y} = a \frac{\partial}{\partial y} \left[\left| \frac{\partial U}{\partial y} \right|^{n-1} \frac{\partial U}{\partial y} \right] - NU^m, \quad (5)$$

სადაც $N = \frac{\sigma_0 B_0^2}{\rho}$.

ნულოვანი საწყისი პირობებით და შემდეგი სასაზღვრო პირობებით:

$$\begin{aligned} U(y,t) &= \mathbb{I}(t), \text{ როცა } y=0, \\ U(y,0) &= 0, \text{ როცა } t=0, \\ U(y,t) &= 0, \text{ როცა } y \rightarrow \infty. \end{aligned} \quad (6)$$

$T = T_w(t)$, როცა $y=0$, $T = T_\infty \rightarrow 0$, როცა $y \rightarrow \infty$ შემოვიფარგლოთ ისეთ

გარემოთა განხილვით, რომელთათვისაც რეოლოგიური კონსტანტა $n > 1$, ე.ი. $n > m$. თუ გავითვალისწინებთ [8] ნაშრომის შედეგებს, რომელშიც ზუსტი ამონახსნის რამდენიმე ავტომოდელური ამოცანის მაგალითებში დასმული იყო გარე მაგნიტურ ველში გამტარი დილატანტური სითხის არასტაციონარული მსრბოლი დინებისას არსებობა ტალღის ფრონტის გავრცელების სიჩქარის სასრულობის ეფექტის და ძვრითი შეშფოთებების სივრცითი ლოკალიზაციის ეფექტის, ამონახსნი ზემოთ დასმული ამოცანისა საჭიროა ვეძებოთ სახით:

$$\Phi_i(y,t) = \begin{cases} \Phi_i(y,t), & y_0 > y > 0, \\ 0, & y_0 < y, \end{cases} \quad (7)$$

$i=1,2$, სადაც $\Phi_1(y,t) = U(y,t)$.

ამგვარად, სასაზღვრო (6), (7) პირობების გათვალისწინებით უნდა მოიძებნოს (4)-(6) განტოლებების ამონახსნი $\Phi(y,t)$, როდესაც $y_0 > y > 0$ და ძვრითი შეშფოთების ტალღის ფრონტის მოძრაობის კანონი, როცა $y = y_0$.

$V(t)$ და $\mathbb{I}(t)$ დამოკიდებულებების ნებისმიერობის შემთხვევაში (3) და (6) არაწრფივი ამოცანის ანალიზური ამონახსნი არ მოიძებნება. მხოლოდ რამდენიმე სპეციალურ შემთხვევაში, როდესაც არსებობს განსაზღვრული კავშირი გაუონვის $V(t)$ სიჩქარესა და ფირფიტის მოძრაობის $\mathbb{I}(t)$ სიჩქარეს შორის, შესაძლებელი ხდება პოვნა (3)-(7) ამოცანის ავტომოდელური ამონახსნისა, თუ ავტომოდელურ ცვლადად ავიღებთ:

$$\eta = \int_0^t V(\tau) d\tau - y.$$

ვთქვათ

$$\mathbb{I}(t) = A \left[\int_0^t V(\tau) d\tau \right]^{\frac{n+1}{n-m}}, \quad (8)$$

სადაც $A = \left[\frac{N(n-m) \cdot (n-m)}{na(1+m)(n+1)^n} \right]^{\frac{1}{n-m}}$.

ამგვარად, (5) განტოლებას ექნება სახე:

$$a \frac{d}{d\eta} \left[\left(\frac{dU}{d\eta} \right)^n \right] = NU^m.$$

მაშინ ამოცანას (5), (6) გააჩნია ავტომოდელური ამონახსნი:

$$U(y,t) = U(\eta) = \begin{cases} A\eta^{\frac{n+1}{n-m}}, & \eta > 0, \\ 0, & \eta \leq 0. \end{cases} \quad (9)$$

ასეთი ამონახსნი ერთანადება იმას, რომ დიფაზანტურ $t > 0$ სითხეებში დროის ნებისმიერ ($n > 1$) მომენტში ფირფიტის მოძრაობით გამოწვეული დაძაბულობები ასწრებენ გავრცელებას მხოლოდ სასრული სისქის $0 < y < y_0$ სითხის ფენაში, ამ ფენის გარეთ მხები დაძაბულობები ნულის ტოლია და სითხე არაა შემფოთებულ ანუ უძრავია.

სხვა სიტყვებით, ამონახსნი (9) ეთანადება მსრბოლ ტალღას, რომლის ფრონტი გადაადგილდება $V(t)$ გარემოს სიჩქარით y ღერძის მიმართულებით.

მსრბოლ ტალღაში ფრონტის მდებარეობა $y_0(t)$ დროის ნებისმიერ მომენტში შეიძლება მოიძებნოს $\eta = 0$ პირობიდან, რომელიც (8)-ის გათვალისწინებით განსაზღვრავს გამოსახულებას:

$$Y_0 = \int_0^t V(\tau) d\tau \quad (10)$$

წერტილი $y = y_0(t)$ წარმოადგენს მსუბუქი წვევების წერტილს. ამ წერტილში $U(y,t)$ და $\frac{\partial U}{\partial y}$ უწყვეტნი არიან. ეს უზრუნველყოფს სიჩქარისა და τ მხები დაძაბულობის უწყვეტობის ფიზიკური მოთხოვნის შესრულებას ნებისმიერ წერტილში, სადაც:

$$\tau = R \left. \frac{\partial U}{\partial y} \right|_{y=0}^n = R \left[\left(\frac{n+1}{n-m} \right)^{n+1} \cdot A^{n-m} \cdot \Pi^{m+1}(t) \right]^{\frac{n}{n+1}}. \quad (11)$$

გამთბარი სხეულისთვის მიზანშეწონილია ავიღოთ:

$$T_w(t) = B \left[\int_0^t V(\tau) d\tau \right]^{\frac{\alpha}{n-m}}, \quad (12)$$

სადაც $\alpha = [n(3+m) + (1-m)]$,

$$B = \left[\frac{a\rho(m-n)(n+1)}{v\alpha[n(m+2)+1]} \cdot \left(\frac{n+1}{n-m} \right)^n A^{n+1} \right].$$

ამგვარად, ამოცანას (4), (7) გააჩნია განზოგადებული ავტომოდელური ამონახსნი

$$T(y,t) = T(\eta) = \begin{cases} B\eta^{\frac{\alpha}{n-m}}, & \eta > 0, \\ 0, & \eta \leq 0. \end{cases} \quad (13)$$

ეს ამონახსნი ასევე ეთანადება მსრბოლ ტალღაც, რომლის ფრონტი გადაადგილდება სიჩქარით $V(t)$.

განვიხილოთ გაუნვის სიჩქარისა და ფირფიტის მოძრაობის სიჩქარის დროზე ხარისხოვანი დამოკიდებულების კერძო შემთხვევა:

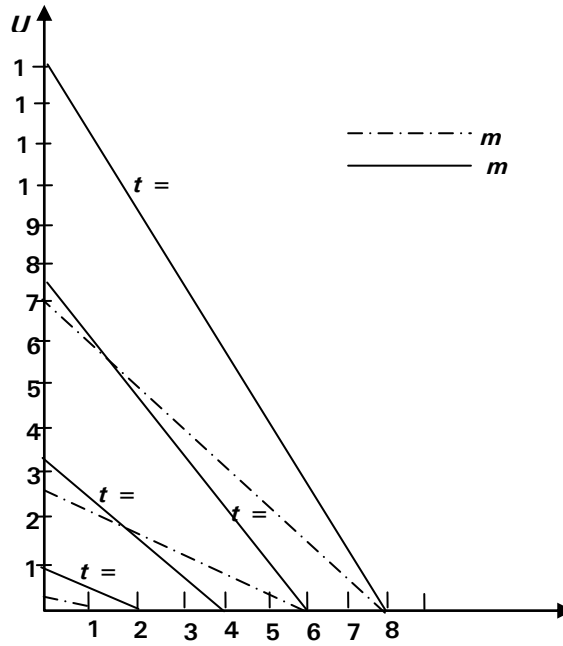
$$V(t) = Ct^{e-1}, \quad \Pi(t) = U_0 t^{\frac{e(n+1)}{n-m}}, \quad e \geq 1, \quad (15)$$

$$T_w(t) = \theta_0 t^{\frac{\alpha e}{n-m}}, \quad \text{სადაც } U_0 = A \left(\frac{c}{e} \right)^{\frac{n+1}{n-m}}, \quad \theta_0 = B \left(\frac{c}{e} \right)^{\frac{\alpha}{n-m}}.$$

ამ შემთხვევაში (9) ამონახსნს აქვს სახე:

$$U(y,t) = \begin{cases} A \left[\frac{c}{e} t^e - y \right]^{\frac{n+1}{n-m}}, & y < y_0, \\ 0, & y \geq y_0 = \frac{ct^e}{e}. \end{cases}$$

როდესაც $m=1$ (9) ამონახსნი ემთხვევა ამონახსნს [2].



სითხის II სიჩქარის განაწილება დროში

სითხის II სიჩქარის განაწილება დროის განსხვავებული მომენტებში ნახვენებია ნახაზზე, როცა $n=3$ და $a = N = c = e = 1$, როცა მსრბოლი ტალღის ფრონტი ვრცელდება მუდმივი სიჩქარით და როცა $m=1$, ე.ი. $\sigma = const$; $m=2$, ე.ი. $\sigma = \sigma_0$ II და ნახვენებია, რომ m -ის გაზრდით სიჩქარე მცირდება.

ლიტერატურა

1. Астарита Д.Ж., Марручи Д.Ж. Основы гидромеханики неньютоновских жидкостей. Пер. с англ. - Москва, 1978, 250с.
2. Боев А. Г. Автомодельные решения нестационарных уравнений плоского ламинарного магнитогидродинамического пограничного слоя. //ТМТФ, 1966, №1, сс. 15-20.
3. Граник И. С. Плоское нестационарное движение проводящей неньютоновской жидкости. //Магнитная гидродинамика, 1968, №4, сс.53-55.
4. Броновер Г. Г., Цинобер А.Б. Магнитная гидродинамика несжимаемых сред. -Москва, 1970, 379 с.
5. V.J. Rossow, NASA, 1958.
6. Шульман З.П., Берковский Б.М. Пограничный слой неньютоновских жидкостей. - Минск, 1966.
7. Шарикадзе Д.В. Приближенное решение некоторых нестационарных задач пограничного слоя с учетом магнитного поля. //Сообщ. АН Груз. ССР, 1967, 45, I.
8. Шарикадзе Д.В. Обтекание пластины при наличии приложенного магнитного поля. //Магнитная гидродинамика, 4, сс. 53-55.

SUMMARY

ON SIMILAR PROBLEMS FOR A NON-NEWTONIAN CONDUCTING FLUID WITH CONSIDERATION FOR HEAT TRANSFER

Kekenadze M.G. and Tsitskishvili Z.A.

Georgian Technical University

The paper deals with the movement of a nonconducting plate in the power-law non-Newtonian fluid in the absence of an electrical field. Similar solutions for the given problem with consideration for the heat transfer and blowing in the plate were found.

Keywords: non-Newtonian fluid, moving plate, power law, heat transfer.

QUANTITATIVE EVALUATION MODELS OF THE STRUCTURAL RELIABILITY OF COMPLEX SYSTEMS

Tsiramua S.G. and Sulkhanišvili S.V.

The University of Georgia

Abstract. The work deals with logical-probability methods of quantitative evaluation of the structural reliability of complex information-communicational systems. As an example, there is considered a structural scheme of a computer network, and its performance features are described with a disjunctive normal form of a logical function. Using the orthogonalization method, the disjunctive normal form is brought to the orthogonal disjunctive normal form. This orthogonal disjunctive normal form allows us to replace logical elements of the system with the probabilities of non-vulnerable performance of the elements, and logical operations with mathematical operations. As a result, we have the polynomial of quantitative evaluation of structural reliability for the given computer network. By entering the variable values of the probabilities of non-vulnerable performance of the elements in the polynomial, we analyze the structure of the system. The methods described in the work give us an opportunity to select the system with a rational structure and high reliability from different configurations of the system, which is highly important while designing the complex structures of the system with multiple elements.

Keywords: complex system, structural reliability, quantitative evaluation, disjunctive normal form, orthogonal disjunctive normal form.

Information-communicational systems belong to the class of complex structural systems. In the process of the analysis and estimation of the efficiency performance features of the system such as reliability, stability, viability and safety, it is important to develop an adequate mathematical model. The features listed above depend on the reliability of the constituent elements of the system, connections among them, the system performance mode, etc. To design a trustworthy system and a rational structure, it is essential to have the quantitative evaluation of the features like structural reliability. Since the logical scheme of the complex structural system cannot be represented as a linear, parallel or linear-parallel scheme, to develop a mathematical model for the estimation of structural reliability, it is necessary that, at the initial stage, the system capacity conditions were described.

The system capacity conditions can be described in different forms:

- verbal;
- graphical (with a system structural scheme);
- formalized (e.g. with logical or probability functions)

The verbal description of the system capacity is the most common and simple form. However it is quite labor-consuming, also insufficiently visible and not accurate enough.

The graphical description by means of the system structural scheme is more visible, yet defective and incomplete.

The formalized description using logical functions is the most complete, comprehensible and homogeneous form, it was presented in the previous paper.

While researching the reliability of complex structural systems, it is rational to describe the system capacity condition using all the methods given above, so as to balance and compensate for the drawback of each method.

Logical-probability functions are used for the formalized description of the system capability, as they are the most convenient and distinctly describe the system performance mode. All constituent elements of the system are marked as x_i , where:

$$x_i = \begin{cases} 1, & \text{if } x_i \text{ the element is effective} \\ 0, & \text{if } x_i \text{ the element is non-effective} \end{cases}$$

According to the given condition, x_i marks the effectiveness of the i element, while x'_i marks its vulnerability.

Specific definitions of binary variables $x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_m$ define the system vector. $x = (x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_m)$. At the same time, it is implied that the system performance depends determinately on the behavior of the constituent elements of the system. The logical-algebraic function, which connects the element status to the system status, $y(x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_m) = y(x)$ is called the system capacity function. Every logical-probability function written through a conjunction or a disjunction is a monotonous function.

The capacity functions of the monotonously structured system can be written through the shortest routes of functioning and with the minimal amount of intersections.

The shortest route to the system functioning is the conjunction of constituent elements, where none of them can be removed, so that the system functioning condition was not infringed. Such a conjunction can be written through the logical-probability function:

$$K_j = \bigwedge_{i \in \Pi_{K_j}} x_i$$

where Π_{K_j} is the set of element numbers of the shortest route to the functioning of the system.

In other words, the shortest route to the system functioning describes one of the possible independent options of tasks given to the system with the help of a minimal amount of effective elements, which is necessary for the performance of the specific option of the task given to the system.

The minimum intersection of system vulnerability represents such a conjunction of vulnerable elements where none of the elements can be removed so that the failure condition was not infringed. Such a conjunction can be written through the logical-probability function:

$$S_j = \bigwedge_{i \in K_{S_j}} x'_i$$

where K_{S_j} is the set of element numbers of the minimal vulnerability of the system.

In other words, the minimum intersection of the system vulnerability represents one of the infringements of the system capacity with a minimal amount of vulnerable elements.

It does not matter how complex the system is, every system has a definite amount of the shortest routes to functioning and a minimum probability of vulnerability as well. Using the given concepts, it is possible to describe the system capacity in different ways:

1. through the disjunction of all possible options of the shortest routes to functioning:

$$y(x_1, \dots, x_m) = \bigvee_{l=1}^d \prod_l = \bigvee_{l=1}^d \left[\bigwedge_{i \in K_l} x_i \right]$$

2. through the conjunction of rejection of minimal intersections of all possible vulnerabilities:

3.

$$y(x_1, \dots, x_m) = \bigwedge_{j=1}^n S'_j = \bigwedge_{j=1}^n \left[\bigvee_{i \in K_{S_j}} x_i \right]$$

We can represent the system capacity condition with a structure of parallel routes to functioning or a linear connection of minimal occurrences of vulnerability.

For example, let us analyze the structural scheme of a computer network (Fig. 1.)

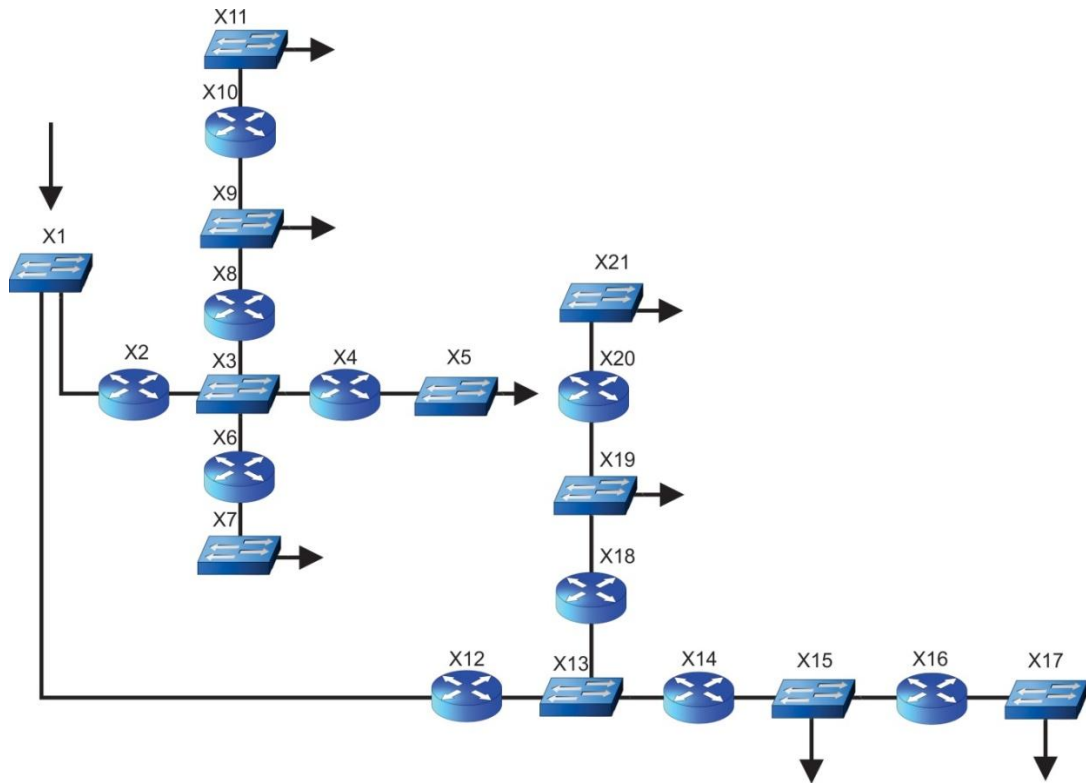


Fig. 1 Structural scheme of a computer network

The following condition of the system capacity described in the form of a logical-algebraic matrix looks like

$$y(x_1, \dots, x_{21}) = \begin{cases} x_1 x_2 x_3 x_4 x_5 \\ x_1 x_2 x_3 x_6 x_7 \\ x_1 x_2 x_3 x_8 x_9 \\ x_1 x_2 x_3 x_8 x_9 x_{10} x_{11} \\ x_1 x_{12} x_{13} x_{14} x_{15} \\ x_1 x_{12} x_{13} x_{14} x_{15} x_{16} x_{17} \\ x_1 x_{12} x_{13} x_{18} x_{19} \\ x_1 x_{12} x_{13} x_{18} x_{19} x_{20} x_{21} \end{cases}$$

It is obvious that the above-given system is in the full functional mode, when every functional route is in order. If any of the routes fails, the system will switch to the partial functioning mode. When none of the routes is functioning, the system is in the vulnerability mode.

The logical-probability method of orthogonalization is used for the quantitative evaluation of the structural reliability of the system. The method gives us an opportunity to get the orthogonal disjunctive normal form:

$X_1 X_2 X_3 X_4 X_5$
 $X_1 X_2 X_3 X_4 X_6 X_7$
 $X_1 X_2 X_3 X_4 X_5 X_6 X_7$
 $X_1 X_2 X_3 X_4 X_6 X_8 X_9$
 $X_1 X_2 X_3 X_4 X_6 X_7 X_8 X_9$
 $X_1 X_2 X_3 X_4 X_5 X_6 X_8 X_9$
 $X_1 X_2 X_3 X_4 X_5 X_6 X_7 X_8 X_9$
 $X_1 X_2 X_{12} X_{13} X_{14} X_{15}$
 $X_1 X_2 X_3 X_{12} X_{13} X_{14} X_{15}$
 $X_1 X_2 X_3 X_4 X_6 X_8 X_{12} X_{13} X_{14} X_{15}$
 $X_1 X_2 X_3 X_4 X_6 X_8 X_9 X_{12} X_{13} X_{14} X_{15}$
 $X_1 X_2 X_3 X_4 X_6 X_7 X_8 X_{12} X_{13} X_{14} X_{15}$
 $X_1 X_2 X_3 X_4 X_6 X_7 X_8 X_9 X_{12} X_{13} X_{14} X_{15}$
 $X_1 X_2 X_3 X_4 X_5 X_6 X_8 X_{12} X_{13} X_{14} X_{15}$
 $X_1 X_2 X_3 X_4 X_5 X_6 X_8 X_9 X_{12} X_{13} X_{14} X_{15}$
 $X_1 X_2 X_3 X_4 X_5 X_6 X_7 X_8 X_{12} X_{13} X_{14} X_{15}$
 $X_1 X_2 X_3 X_4 X_5 X_6 X_7 X_8 X_9 X_{12} X_{13} X_{14} X_{15}$
 $X_1 X_2 X_{12} X_{13} X_{14} X_{18} X_{19}$
 $X_1 X_2 X_{12} X_{13} X_{14} X_{15} X_{18} X_{19}$
 $X_1 X_2 X_3 X_{12} X_{13} X_{14} X_{18} X_{19}$
 $X_1 X_2 X_3 X_{12} X_{13} X_{14} X_{15} X_{18} X_{19}$
 $X_1 X_2 X_3 X_4 X_6 X_8 X_{12} X_{13} X_{14} X_{18} X_{19}$
 $X_1 X_2 X_3 X_4 X_6 X_8 X_{12} X_{13} X_{14} X_{15} X_{18} X_{19}$
 $X_1 X_2 X_3 X_4 X_6 X_8 X_9 X_{12} X_{13} X_{14} X_{18} X_{19}$
 $X_1 X_2 X_3 X_4 X_6 X_8 X_9 X_{12} X_{13} X_{14} X_{15} X_{18} X_{19}$
 $X_1 X_2 X_3 X_4 X_6 X_7 X_8 X_{12} X_{13} X_{14} X_{18} X_{19}$
 $X_1 X_2 X_3 X_4 X_6 X_7 X_8 X_{12} X_{13} X_{14} X_{15} X_{18} X_{19}$
 $X_1 X_2 X_3 X_4 X_6 X_7 X_8 X_9 X_{12} X_{13} X_{14} X_{18} X_{19}$
 $X_1 X_2 X_3 X_4 X_6 X_7 X_8 X_9 X_{12} X_{13} X_{14} X_{15} X_{18} X_{19}$
 $X_1 X_2 X_3 X_4 X_5 X_6 X_8 X_{12} X_{13} X_{14} X_{18} X_{19}$
 $X_1 X_2 X_3 X_4 X_5 X_6 X_8 X_9 X_{12} X_{13} X_{14} X_{18} X_{19}$
 $X_1 X_2 X_3 X_4 X_5 X_6 X_8 X_9 X_{12} X_{13} X_{14} X_{15} X_{18} X_{19}$
 $X_1 X_2 X_3 X_4 X_5 X_6 X_7 X_8 X_{12} X_{13} X_{14} X_{18} X_{19}$
 $X_1 X_2 X_3 X_4 X_5 X_6 X_7 X_8 X_{12} X_{13} X_{14} X_{15} X_{18} X_{19}$
 $X_1 X_2 X_3 X_4 X_5 X_6 X_7 X_8 X_9 X_{12} X_{13} X_{14} X_{18} X_{19}$
 $X_1 X_2 X_3 X_4 X_5 X_6 X_7 X_8 X_9 X_{12} X_{13} X_{14} X_{15} X_{18} X_{19}$

This orthogonal disjunctive normal form gives us an opportunity to replace the probabilities of logical elements. It means that for the considered system we can calculate the probability of non-vulnerable performance.

$$\begin{aligned}
 P\{y = 1\} = & R_1(R_2R_3R_4R_5 + R_2R_3Q_4R_6R_7 + R_2R_3R_4Q_5R_6R_7 + R_2R_3Q_4Q_6R_8R_9 + \\
 & + R_2R_3R_4Q_5Q_6R_8R_9 + R_2R_3Q_4R_6Q_7R_8R_9 + R_2R_3R_4Q_5R_6Q_7R_8R_9 + Q_2R_{12}R_{13}R_{14}R_{15} + \\
 & + R_2Q_3R_{12}R_{13}R_{14}R_{15} + R_2R_3Q_4Q_6Q_8R_{12}R_{13}R_{14}R_{15} + R_2R_3R_4Q_5Q_6Q_8R_{12}R_{13}R_{14}R_{15} + \\
 & + R_2R_3Q_4R_6Q_7Q_8R_{12}R_{13}R_{14}R_{15} + R_2R_3R_4Q_5R_6Q_7Q_8R_{12}R_{13}R_{14}R_{15} + \\
 & + R_2R_3Q_4Q_6R_8Q_9R_{12}R_{13}R_{14}R_{15} + R_2R_3R_4Q_5Q_6R_8Q_9R_{12}R_{13}R_{14}R_{15} + \\
 & + R_2R_3Q_4R_6Q_7R_8Q_9R_{12}R_{13}R_{14}R_{15} + R_2R_3R_4Q_5R_6Q_7R_8Q_9R_{12}R_{13}R_{14}R_{15} + \\
 & + Q_2R_{12}R_{13}Q_{14}R_{18}R_{19} + R_2Q_3R_{12}R_{13}Q_{14}R_{18}R_{19} + R_2R_3Q_4Q_6Q_8R_{12}R_{13}Q_{14}R_{18}R_{19} + \\
 & + R_2R_3R_4Q_5Q_6Q_8R_{12}R_{13}Q_{14}R_{18}R_{19} + R_2R_3Q_4R_6Q_7Q_8R_{12}R_{13}Q_{14}R_{18}R_{19} + \\
 & + R_2R_3R_4Q_5R_6Q_7Q_8R_{12}R_{13}Q_{14}R_{18}R_{19} + R_2R_3Q_4Q_6R_8Q_9R_{12}R_{13}Q_{14}R_{18}R_{19} + \\
 & + R_2R_3R_4Q_5Q_6R_8Q_9R_{12}R_{13}Q_{14}R_{18}R_{19} + R_2R_3Q_4R_6Q_7R_8Q_9R_{12}R_{13}Q_{14}R_{18}R_{19} + \\
 & + R_2R_3R_4Q_5R_6Q_7R_8Q_9R_{12}R_{13}Q_{14}R_{18}R_{19} + Q_2R_{12}R_{13}R_{14}Q_{15}R_{18}R_{19} + \\
 & + R_2Q_3R_{12}R_{13}R_{14}Q_{15}R_{18}R_{19} + R_2R_3Q_4Q_6Q_8R_{12}R_{13}R_{14}Q_{15}R_{18}R_{19} + \\
 & + R_2R_3R_4Q_5Q_6Q_8R_{12}R_{13}R_{14}Q_{15}R_{18}R_{19} + R_2R_3Q_4R_6Q_7Q_8R_{12}R_{13}R_{14}Q_{15}R_{18}R_{19} + \\
 & + R_2R_3R_4Q_5Q_6R_8Q_9R_{12}R_{13}R_{14}Q_{15}R_{18}R_{19} + R_2R_3Q_4Q_6R_8Q_9R_{12}R_{13}R_{14}Q_{15}R_{18}R_{19} + \\
 & + R_2R_3R_4Q_5R_6Q_7R_8Q_9R_{12}R_{13}R_{14}Q_{15}R_{18}R_{19} + R_2R_3Q_4R_6Q_7R_8Q_9R_{12}R_{13}R_{14}Q_{15}R_{18}R_{19} + \\
 & + R_2R_3R_4Q_5R_6Q_7R_8Q_9R_{12}R_{13}R_{14}Q_{15}R_{18}R_{19})
 \end{aligned}$$

In case of the same reliability of all elements, the probability of non-vulnerable performance will be equal.

$$\begin{aligned}
 P\{y = 1\} = & R_c = R(R^4 + R^4Q + R^5Q + R^4Q^2 + R^5Q^2 + R^5Q^2 + R^6Q^2 + R^4Q + \\
 & + R^5Q + R^6Q^3 + R^7Q^3 + R^7Q^3 + R^8Q^3 + R^7Q^3 + R^8Q^3 + R^8Q^3 + R^9Q^3 + \\
 & + R^4Q^2 + R^5Q^2 + R^6Q^4 + R^7Q^4 + R^7Q^4 + R^8Q^4 + R^7Q^4 + R^8Q^4 + R^9Q^4 + \\
 & + R^5Q^2 + R^6Q^2 + R^7Q^4 + R^8Q^4 + R^8Q^4 + R^9Q^4 + R^9Q^4 + R^8Q^4 + R^9Q^4 + R^{10}Q^4) = \\
 & = R(R^4 + 2R^4Q + 2R^5Q + 2R^4Q^2 + 4R^5Q^2 + 2R^6Q^2 + R^6Q^3 + 3R^7Q^3 + 3R^8Q^3 + \\
 & + R^9Q^3 + R^6Q^4 + 4R^7Q^4 + 6R^8Q^4 + 4R^9Q^4 + R^{10}Q^4) = R(R^4 + 2R^4(1 - R) + \\
 & + 2R^5(1 - R) + 2R^4(1 - R)^2 + 4R^5(1 - R)^2 + 2R^6(1 - R)^2 + R^6(1 - R)^3 + \\
 & + 3R^7(1 - R)^3 + 3R^8(1 - R)^3 + R^9(1 - R)^3 + R^6(1 - R)^4 + 4R^7(1 - R)^4 + \\
 & + 6R^8(1 - R)^4 + 4R^9(1 - R)^4 + R^{10}(1 - R)^4)
 \end{aligned}$$

$$P\{y = 1\} = R_c = 5R^4 - 4R^6 - 5R^8 + 9R^{10} - 5R^{12} + R^{14}$$

Let us calculate the probabilities of non-vulnerable performance for different reliability values of the constituent elements of the system.

Table 1

	R=0.95	R=0.96	R=0.97	R=0.98	R=0.99
$P\{Y = 1\}$	0.9400900987	0.95363711608	0.9664118222	0.97840235345	0.98960014842

Using the given data, we will build a chart for the probability of non-vulnerable performance (see the table).

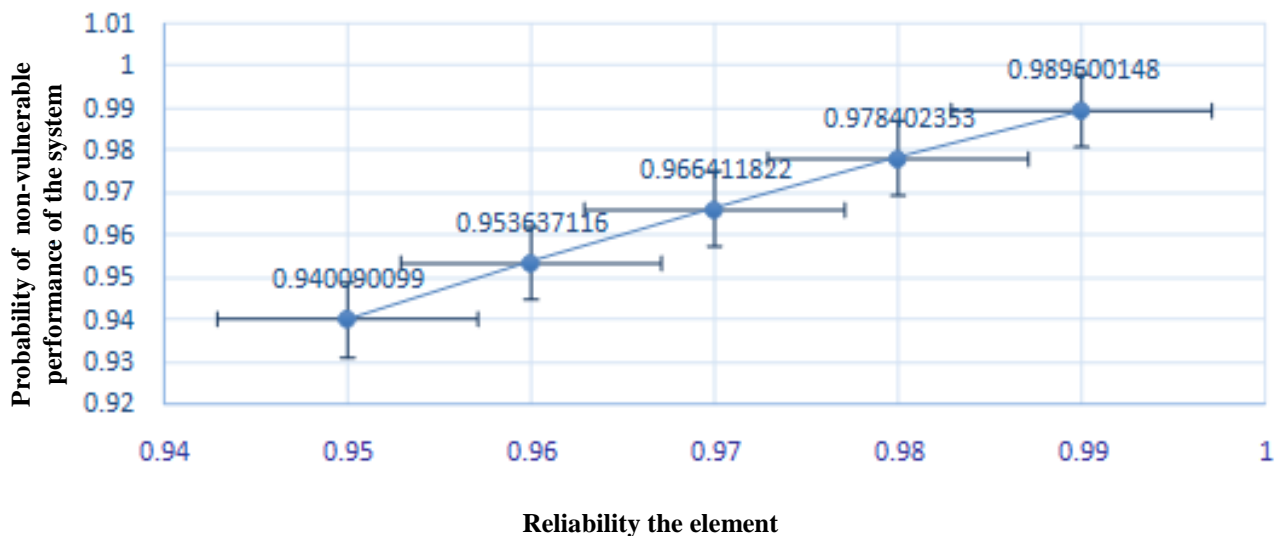


Fig. 2. Chart for the probability of non-vulnerable performance of the system

As is seen from the chart, the system capacity indicator depends on the probability of non-vulnerable performance of specific elements. It also depends on the system structure. The higher is the probability, the higher is the system capacity.

The analyzed logical-probability method gives us an opportunity to evaluate and analyze complex structures, which finally allows us to improve and rationally design the system structure.

REFERENCES

1. S. Tsiramua. Logical-Algebraic Modeling of Complex Structural Systems. Electronic Lecture Course.– Tbilisi, 2014.
2. A.Tanenbaum. Modern Operational Systems – St. Petersburg, Piter, 2011,
3. Internetworking Technology Handbook, 4th edition. - Cisco Press, Cisco Systems, Inc., 2009.

РЕЗЮМЕ

КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ МОДЕЛИ КОНСТРУКЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ КОМПЛЕКСНЫХ СИСТЕМ

Цирамуа С.Г., Сулханишвили С.В.

Университет Грузии

В статье рассматриваются логико-вероятностные модели количественной оценки конструкционной надежности комплексных информационно-коммуникационных систем. В качестве примера рассмотрена структурная схема компьютерной сети и ее эксплуатационные характеристики описаны с помощью дизъюнктивной нормальной формы (ДНФ) логической функции. Используя метод ортогонализации, ДНФ приводится к ортогональной ДНФ. Эта ортогональная ДНФ позволяет заменить логические элементы системы вероятностями надежной работы элементов системы и логические операции математическими операциями. В результате получили полином количественной оценки конструкционной надежности данной компьютерной сети. Вводя значения вероятностей надежной работы элементов системы в полином, мы анализируем конструкцию системы. Методы, описанные в работе, дают возможность выбрать систему рациональной конструкции и высокой надежности из систем разных конфигураций, что очень важно при конструировании сложных конструкций системы со множеством элементов.

Ключевые слова: комплексная система, конструкционная надежность, количественная оценка, дизъюнктивная нормальная форма, ортогональная дизъюнктивная нормальная форма.

მარკეტინგული პროცესების მოდელირება თანამედროვე ტექნოლოგიის
ბამოყენებით

ოხანაშვილი მ.შ., ხართიშვილი მ.პ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

1. შესავალი

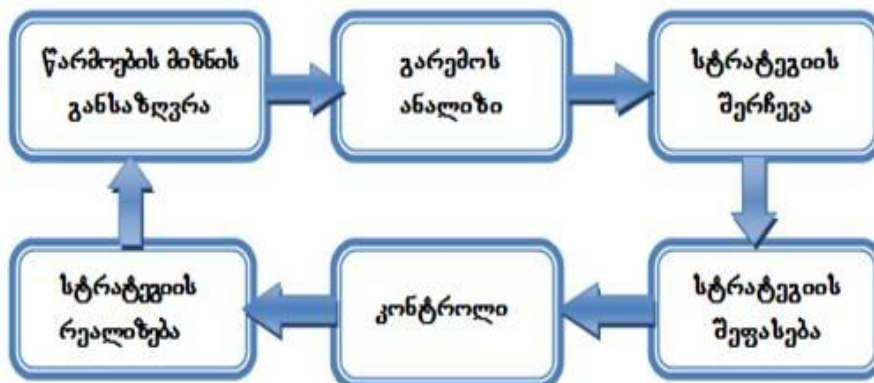
თანამედროვე ინფორმაციული ტექნოლოგიების გამოყენება მარკეტინგული პროცესების მენეჯმენტის სფეროში აქტუალურ საკითხებს მიეკუთვნება. ასეთი ტიპის მართვის ავტომატიზებული სისტემების დაპროექტების პირველ ეტაპზე საჭიროა ბიზნეს-პროცესების მოდელირება და შესაბამისი უნიფიცირებული დიაგრამების ერთობლიობის ფორმირება (UseCase & Activity Diagrams).

პროდუქციის წარმოების ობიექტების საწარმოო ინფორმაციულ-ტექნოლოგიური პროცესების გამოკვლევის საფუძველზე, რომელიც ტარდება მათი სისტემური ანალიზისა და ექსპერტ-სპეციალისტთა შეფასებების გათვალისწინებით, დადგინდა, რომ ესაა დაგეგმვა-წარმოება-რეალიზაციის (ანუ მარკეტინგის) ტექნოლოგიური პროცესების ინფორმაციული ასახვის, გადაშუშავებისა და მართვის პროცესების ავტომატიზაციის მრავალდონიანი, კომპლექსური სისტემა [1,2]. მასში რეალიზებულია ოპერატიული მართვის, ტექნოლოგიური, დაპროექტებისა და კონსტრუირების, დაგეგმვის, აღრიცხვის, კონტროლის და სხვ. პროცესების ავტომატიზაცია. ასეთი ინტეგრირებული მართვის ავტომატიზებული სისტემის აგება მომხმარებელთა ფუნქციური სამუშაო ადგილების კომპიუტერიზაციით, ანუ კლიენტ-სერვერული არქიტექტურითაა მიზანშეწონილი და მისი პროგრამული უზრუნველყოფა უნდა დაპროექტდეს თანამედროვე ობიექტ-ორიენტირებული სტანდარტების, ანუ UML-ტექნოლოგიის საფუძველზე [3].

2. ძირითადი ნაწილი

საინფორმაციო ტექნოლოგიებმა შეცვალეს არა მარტო მუშაობის, არამედ საქმიანი სტატეგიული აზროვნების მეთოდი (ნახ. 1). ახლა ახალი ტექნიკა და ტექნოლოგიები გამოიყენება არა მარტო მონაცემების შეგროვებისა და დამუშავების ავტომატიზაციისათვის, ასევე ახალი იდეების რეალიზაციისა და კონკრეტული უპირატესობის მიღებისათვის.

მოდელის აგებისას ყოველ ფორმაში მოქმედებს მენეჯმენტის და მარკეტინგის ისეთი ნაწილი, როგორცაა მარაგების მართვა, წარმოების პროგრამების დაგეგმვა, პროდუქციის გასაღება, რეკლამა და სხვა [4]. მოდელირება საშუალებას იძლევა ლოგიკური გზებით პროგნოზირებადი გახდეს ალტერნატიული მოქმედების შედეგები და საკმაოდ დამაჯერებლად გვიჩვენებს, თუ მათ შორის რომელს უნდა მივნიჭოთ უპირატესობა.



ნახ.1. წარმოების სტრატეგიული დაგეგმვის ეტაპები

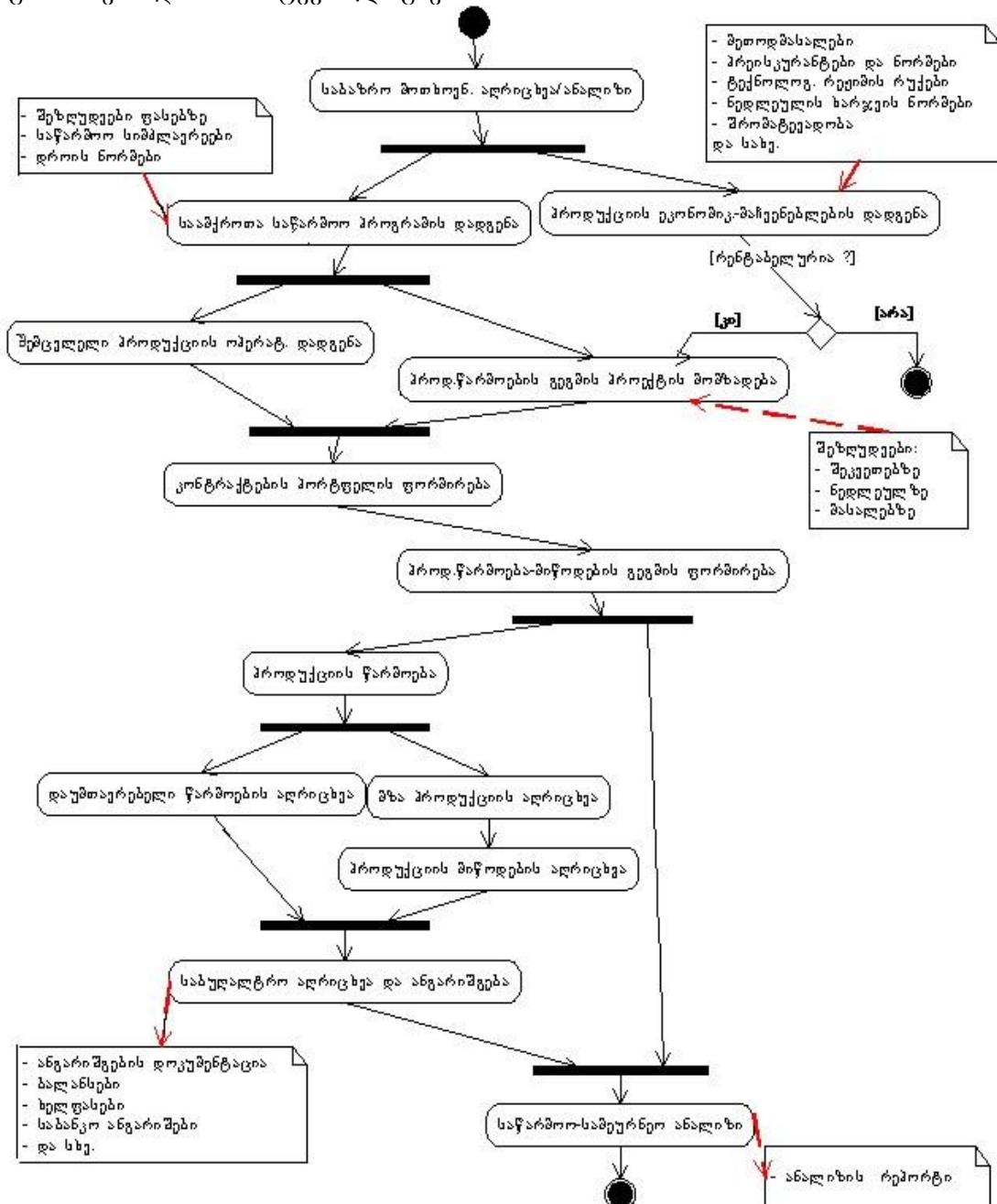
ახალი საინფორმაციო ტექნოლოგიები და მის საფუძველზე რეალიზებული ინფორმაციული სისტემები წარმოადგენს ძლიერ ინსტრუმენტს ორგანიზაციული

ცვლილებებისთვის, რომლებიც აიძულებს საწარმოს თავისი სტრუქტურის გადაპროექტებას, საქმიანობის სფეროს, კომუნიკაციების, რესურსების და სხვათა გათვალისწინებით.

საინფორმაციო ტექნოლოგიების გარეშე, კომპანიებს არ გააჩნია ორგანიზაციული ხედვა, კერძოდ, ფინანსური და მენეჯერული აღრიცხვიანობის ფუნქციონალობა მოიკოტლებს, რომ არაფერი ვთქვათ ბიზნესის ანალიტიკურ შესაძლებლობებზე. შედეგად ყველაფერ ამას კომპანია მიჰყავს დაბალ შემოსავლიანობამდე [5].

დიდი წარმოების ფუნქციონირებისას განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება მონაცემთა ოპერატიულობას და სიზუსტეს. მონაცემთა ოპერატიულად გაცვლისათვის აუცილებელია წარმოებაში მიმდინარე საქმიანი პროცესების ავტომატიზაცია.

საქმიანი პროცესების ავტომატიზაციის ტექნოლოგია (workflow) – არის საწარმოს მართვის პროცესების პროგრამული მხარდაჭერა. იგი აერთიანებს რამდენიმე საინფორმაციო ტექნოლოგიას, როგორცაა ელექტრონული ფოსტა, პროექტების მართვის სისტემა, მონაცემთა ბაზების მართვის სისტემა, ობიექტ-ორიენტირებული პროგრამირება და CASE-ტექნოლოგიები.



ნახ.2. მარკეტინგული პროცესების აქტიურობათა დიაგრამის ფრაგმენტი

საწარმოს საქმიანობა დოკუმენტირებული უნდა იყოს, არსებულ ადმინისტრაციულ, ფინანსურ, კომერციულ, საწარმოო ოპერაციებზე. სწორედ აღნიშნული დოკუმენტების დამუშავება შეადგენს ოპერატიული შრომის ძირითად შინაარსს (იგულისხმება დოკუმენტების გაფორმება, რეგისტრაცია, შემოსული კორესპონდენციის დამუშავება).

ძირითადად ოპერატიული შრომის ავტომატიზაციისათვის გამოიყენება მონაცემთა ოპერატიულად დამუშავების სისტემები, რომელთაც აქვთ მრავალფეროვანი ფუნქციონალური საშუალებების მდიდარი ნაკრები და უზრუნველყოფენ იმ მონაცემების დამუშავებას, რომლებიც წარმოდგენილია ელექტრონული ფორმით. მათ განეკუთვნება დოკუმენტების დამუშავების სხვადასხვა საშუალებები (მაგალითად, ტექსტური, ცხრილური და პრეზენტაციების მომზადების საშუალებები და ა.შ.), ტრანზაქციების დამუშავების სისტემები (OLTP-Online Transaction Processing), მონაცემთა ბაზების მართვის სისტემები (მბმს), დოკუმენტების მართვის სისტემები (EDMS – Electronic Document Management System) [6].

საქმიანი პროცესების ავტომატიზაციის საფუძველს წარმოადგენს მართვის ამოცანების გადაწყვეტისადმი კომპლექსური მიდგომა. ეს ნიშნავს, რომ სისტემა მხარს უჭერს მართვის ძირითადი ფუნქციის რეალიზაციას: დაგეგმარება, ორგანიზება, აქტივიზირება, კოორდინირება და კონტროლი.

მარკეტინგული სამსახურის მიზანია მიღებული კონტრაქტების საფუძველზე, ორგანიზაციის მატერიალური და არამატერიალური რესურსების ოპტიმალურად გამოყენების (ხარჯების შემცირების, პროდუქციის თვითღირებულების ფასის შესაძლო დაწვევა, ახალი პოტენციალების გამოყენება და ა.შ.), მიწოდების ეფექტური გზების მოძებნის (ადგილის, დროის და მიწოდების ხერხების არჩევა) აპექტების კვლევა დროითი ეფექტურობის მიმართებაში [6].

ნახაზი 2-ზე მოცემულია პროდუქციის საწარმოო ფირმის მარკეტინგის ბიზნეს-პროცესების ზოგადი ინფორმაციულ-ტექნოლოგიური სქემა, ჩაწერილი უნიფიცირებული მოდელირების ენის (UML) აქტიურობათა დიაგრამით.

3. დასკვნა

განხილულია მარკეტინგის ფუნქციები წარმოებაში. ამ სფეროში კომპიუტერული ტექნიკისა და ახალი ინფორმაციული ტექნოლოგიების დანერგვის აქტუალურობა. თანამედროვე ინფორმაციული ტექნოლოგიების გამოყენებით მარკეტინგული პროცესების მოდელირება მოქნილი და ეფექტურია.

ლიტერატურა

1. კოტლერი ვ. მარკეტინგის საფუძვლები. თარგ. ინგ. -თბილისი, მაცნე, 1993, 257 გვ.
2. Surguladze G., Turkia E., Gulua D. Perfection of Object-Oriented Projecting with a Process-Oriented Approach. Intern.Conferenc. "Educat, science and economics at univ.Integrat.to intern.educ.area". Plock, Poland. 2008.
3. Буч Г., Рамбо Дж., Джакобсон А. Язык UML. Руководство пользователя. Пер.с англ. – СПб, Питер, 2004, 348 с.
4. სურგულაძე გ., ოხანაშვილი მ., სურგულაძე ვ. მარკეტინგის ბიზნეს-პროცესების უნიფიცირებული და იმიტაციური მოდელირება. მონოგრ., სტუ, -თბილისი, 2009, 169 გვ.
5. ოხანაშვილი მ., კაშიბაძე მ. საინფორმაციო ტექნოლოგიები ბიზნესის ორგანიზაციაში. სტუ-ს შრ.კრ. „მართვის ავტომატიზებული სისტემები“ No 2(11), თბილისი, 2011, გვ. 131-134.
6. Ihnmon I.Information Centre for OLAP. Data Warehouse and Business Intelligence. Erlangen 2007.

SUMMARY

MODERN INFORMATION TESHNOLOGIES IN MODELING OF MARKETING PROCESSES

Okhanashvili M.Sh. and Khartishvili M.P.

Georgian Technical University

The functions of marketing in industry, the urgency of implementation of new informational technologies in this field and the effectiveness of simulation are discussed. The stages of marketing process modeling and software applications based on UML technology are considered. The problems of management of contract drawing, product production planning and accounting are underlined. A model of the Marketing system and the simulation model algorithm were elaborated. Nowadays modern information technologies and the integrated information systems, created on their basis, become the irreplaceable tool in providing the achievement of the strategic purposes and steady development of companies and organizations.

Keywords: marketing processes, information technologies, simulation.

КОНКУРСНЫЕ МЕХАНИЗМЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ФИНАНСОВЫХ СРЕДСТВ

Джавахадзе Г.С., Горгидзе Д.А., Бурджанадзе В.О., Хартишвили М.П., Ломинадзе Т.Н.

Грузинский технический университет

В области управления сложными организационными системами, к которым и относятся вопросы разработки экономических механизмов обеспечения безопасности от природных и технологических катастроф, применяются игровые эксперименты [1,2].

Рассмотрим игровую модель для организационной системы (центр, предприятия) на примере конкурсного распределения финансовых средств [3]. В число победителей конкурсов входят участники, имеющие наибольшие показатели эффективности использования требуемого уровня безопасности. Победители конкурса получают определенный приоритет при распределении финансовых средств. Надо отметить, что при организации конкурса исполнители сообщают в центр не только заявку на объем финансирования, но и ожидаемую величину эффекта от выполнения требуемых мероприятий. Получается, что для достижения своих целей они могут играть на двух видах информации.

Пусть q_i - оценка эффективности эффекта i -го исполнителя; w_i - оценка ожидаемого эффекта i -го исполнителя; s_i - заявка на финансовые средства i -го исполнителя

$$q_i = \frac{w_i}{s_i},$$

Положим, что

$$\chi(a_i, x_i) = \sqrt{a_i x_i}.$$

$$g_i = \begin{cases} \mu[w_i - \chi(a_i, x_i)], & \text{если, } w_i - \chi(a_i, x_i) > 0, x_i = s_i \\ 0, & \text{если, } w_i - \chi(a_i, x_i) \leq 0 \end{cases}$$

где x_i - количество финансовых средств, получаемое i -м предприятием; a_i - коэффициент, характеризующий эффективность использования финансовых средств i -м предприятием; $\chi(a_i, x_i)$ - функция эффекта; g_i - функция штрафа за не достижение ожидаемого эффекта средств i -м исполнителем; μ - коэффициент штрафа.

Функция штрафа налагается лишь на те предприятия, которые получили запрашиваемые финансовые средства в полном объеме. Под конкурсными механизмами будем понимать механизмы распределения финансовых средств, в котором процедура планирования включает этап определения множества T исполнителей-победителей конкурса. Это множество содержит номера исполнителей с наибольшими оценками эффективности.

Алгоритм определения множества T представляется следующим образом. Упорядочить оценки эффективности предприятий q_i по убыванию. Множество исполнителей-победителей конкурса есть

$$T = \{i_k : k \leq m\}, \text{ где } m < n.$$

m - количество исполнителей;

Процедура распределения финансовых средств после определения множества победителей имеет вид:

$$x = \begin{cases} s_{i_k}, & \text{если, } 1 \leq i_k \leq m \\ R - \sum_{k=1}^m s_{i_k} - c(n-m-2), & \text{если, } i_k \leq m+1 \\ c, & \text{если, } m+2 \leq i_k \leq n \end{cases}$$

где c - минимальное количество финансовых средств, выделенных исполнителям, не вошедших в число победителей; R - количество финансовых средств, имеющихся в центре.

В особом положении при этом находится исполнитель с номером $m+1$. Он является лучшим среди проигравших конкурсов и поэтому получит финансовых средств несколько больше чем c . В рассматриваемой модели предусмотрено наказание за недостижение ожидаемого эффекта, поэтому целевая функция i -го предприятия имеет вид:

$$\tilde{f}_i = f_i - g_i$$

или

$$\tilde{f}_i(r_i, x_i) = x_i \left(1 - \frac{a_i}{2r_i}\right) - \begin{cases} \mu(w_i - \sqrt{a_i x_i}), & \text{если } w_i - \sqrt{a_i x_i} > 0 \\ c, & \text{если } w_i - \sqrt{a_i x_i} \leq 0 \end{cases} \quad (1)$$

В игре важным моментом является процедура определения победителей конкурса. Очевидно, что в каждой партии количество победителей может быть разное. Действительно, если центр первоначально определяет минимальный размер финансовых средств c для исполнителей, не вошедших в число победителей, то количество победителей можно определить в соответствии со следующей процедурой. Из упорядоченных оценок эффективности выбирается максимальное число исполнителей m , для которых справедливо неравенство

$$\sum_{k=1}^m s_{i_k} < R - c(n - m) \quad (2)$$

и это число m определяет количество победителей в данной партии игры.

Из процедуры определения победителей в общем случае следует, что возможен случай, когда имеется лишь один победитель конкурса, но и он не получит запрашиваемого количества финансовых средств, т.е. неравенство (2) имеет следующий вид

$$R - c(n - 1) < s_{i_j}$$

В этом случае победителем конкурса объявляется исполнитель под номером i_j и ему определяется весь остаток финансовых средств.

Для целевой функции равновесия Неша существует вид ситуации равновесия, который определяется величиной коэффициента μ в функции штрафа g_i . Величина μ определяет сильный штраф i -го предприятия, если ему невыгодно отклоняться от заявленной величины ожидаемого эффекта $w_i, i = 1, \dots, n$. В случае слабого штрафа предприятие может отклониться от оценки ожидаемого эффекта и при этом выиграть больше, чем если бы оно придерживалось условия $w_i = \sqrt{a_i x_i}$.

Партия игры проводится в четыре этапа. На первом этапе участники игры сообщают в центр свои заявки на финансирование s_i и ожидаемый эффект w_i от выполнения работ по обеспечению требуемого уровня безопасности.

Второй этап – определение участников-победителей. На этом этапе центр на основе заявок определяет участников-победителей с наибольшими оценками эффективности.

На этапе распределения (третий этап), центр на основе полученных оценок рассчитывает объем финансирования x_i для участников игры.

На четвертом этапе участники, получив свой объем финансирования, подсчитывают свою целевую функцию.

Ниже приведены в графическом виде результаты проведения игры для четырех участников. В начале игры в каждой партии два победителя и двое проигравших, заявки на финансирование почти в полтора раза превышают распределяемые финансовые средства. В конце игры ситуация меняется. Заявки на финансирование соизмеримы с величиной распределяемых финансовых средств, число победителей конкурса увеличивается. На рис. 1 приведен график изменения заявок на финансирование деятельности по достижению и поддержанию требуемого уровня безопасности, а на рис. 2 изображен график изменения оценок ожидаемого эффекта использования запрашиваемых финансовых средств.

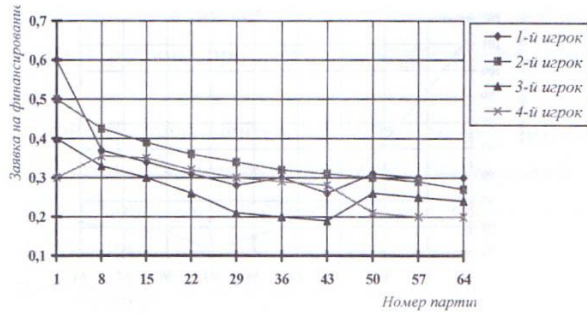


Рис. 1. Изменение заявок на финансирование

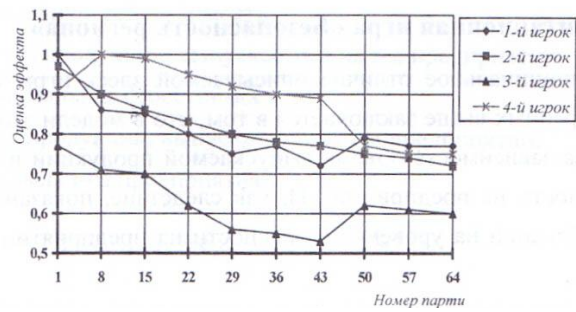


Рис. 2. изменения оценок ожидаемого эффекта использования запрашиваемых финансовых средств

График изменения общего уровня ожидаемого ущерба в системе, состоящей из четырех предприятий, при конкурсном распределении финансовых средств представлен на рис. 3.

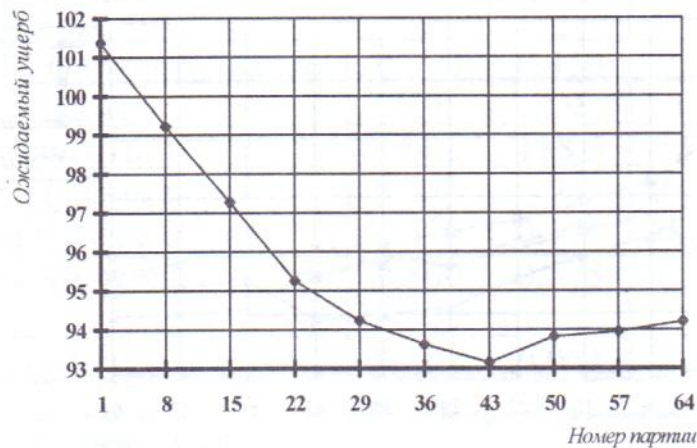


Рис. 3. Общий уровень ожидаемого ущерба в системе

Таким образом, конкурс при распределении централизованного фонда повышает эффективность и обеспечивает получение наиболее близкой к достоверной информации.

ЛИТЕРАТУРА

1. С.А. Баркалов, И.В. Буркова, В.И. Воропаев и др. Под ред. В.Н. Буркова. Математические основы управления проектами. -М., Высшая школа, 2005, 423 с.
2. И.В. Прангшвили, В.Н. Бурков, И.А. Горгидзе, Г.С. Джавахадзе, Р.А. Хуродзе. Системные закономерности и системная оптимизация. – Москва, Синтег, 2004, 205 с.
3. В.Н. Бурков, Д.А. Новиков. Как управлять организациями - Москва: Синтег, 2004.

SUMMARY

COMPETITIVE MECHANISMS OF DISTRIBUTION OF FUNDS

Javakhadze G.S., Gorgidze D.A., Burjanadze V.O., Khartishvili M.P. and Lominadze T.N.
Georgian Technical University

The paper deals with a game model for an organizational system by an example of competitive distribution of funds. The competition in the distribution of the centralized fund improves the efficiency and allows getting the closest-to-accurate information.

Keywords: enterprise, target function, competition, distribution of funds.

ფინანსური ანალიზი კომერციულ ბანკში

დვალისფილი მ.თ., დვალისფილი მ(მიხეილ).თ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

თანამედროვე კომერციულ ბანკში ფინანსური ანალიზი წარმოადგენს ფინანსური მართვის საფუძველს, ეს გამოწვეულია იმით, რომ კომერციულ ბანკში მნიშვნელოვანია ფინანსური საქმიანობა. ბანკის მართვა - მიუხედავად მისი საქმიანობისა (საკრედიტო ოპერაციები, ფულის შენახვა, დაზღვევა, ლიზინგი) უაზრობაა ანალიზის გარეშე. ამასთან შეზღუდვები, რომლებიც იცავს ბანკს გადაჭარბებული რისკებისგან, კონკურენციისგან, ბანკროტობისგან - წარმოადგენენ საბანკო საქმიანობის გარეგან მარეგულირებელ ფაქტორებს, შესაბამისად, განსაზღვრულ შიდა რეგულირებას ახორციელებს მართვის ისეთი ფუნქციები, როგორცაა ანალიზი, აუდიტი, კონტროლი.

ფინანსური ანალიზის შინაარსი, ადგილი და როლი საბანკო ბიზნესში დიდადაა დამოკიდებული საკრედიტო განყოფილების საქმიანობის სპეციფიკაზე.

ბანკებში ფინანსური ანალიზის მნიშვნელოვან თავისებურებას წარმოადგენს ის, რომ მისი საქმიანობა განუყოფლადაა დაკავშირებული იმ გარემოში მიმდინარე პროცესებთან და მოვლენებთან სადაც ბანკები ფუნქციონირებენ. მაგ. მიღწეული ფინანსური შედეგების სიდიდე დამოკიდებულია ისეთ გარე ფაქტორებზე როგორცაა, ბანკის გეოგრაფიული მდებარეობა, მისი მომსახურების ზონაში კლიენტების საკმარისი ოდენობა, კონკურენციის დონე და ფინანსური ბაზრის განვითარება, რეგიონში სოციალურ-პოლიტიკური სიტუაცია, სახელმწიფო მხარდაჭერის არსებობა და სხვ. თავად ბანკის საქმიანობასა და მისი მართვის ხარისხზე დამოკიდებული შიდა ფაქტორებია - საკუთარი კაპიტალის სიდიდე, შემოსავლების მომტანი და არამომტანი აქტივების საშუალებების მოზიდვის და განვითარების მოცულობები, მთლიანობაში ბანკის დანახარჯების ზრდის და დანაკარგების დონე, პროგრესული ტექნოლოგიების, ავტომატიზაციის თანამედროვე საშუალებების გამოყენების მასშტაბი, ფილიალური ქსელების და შეიღობილი სტრუქტურების შემოსავლიანობის დონე, შიდა კონტროლის და აუდიტის ორგანიზაციის დონე.

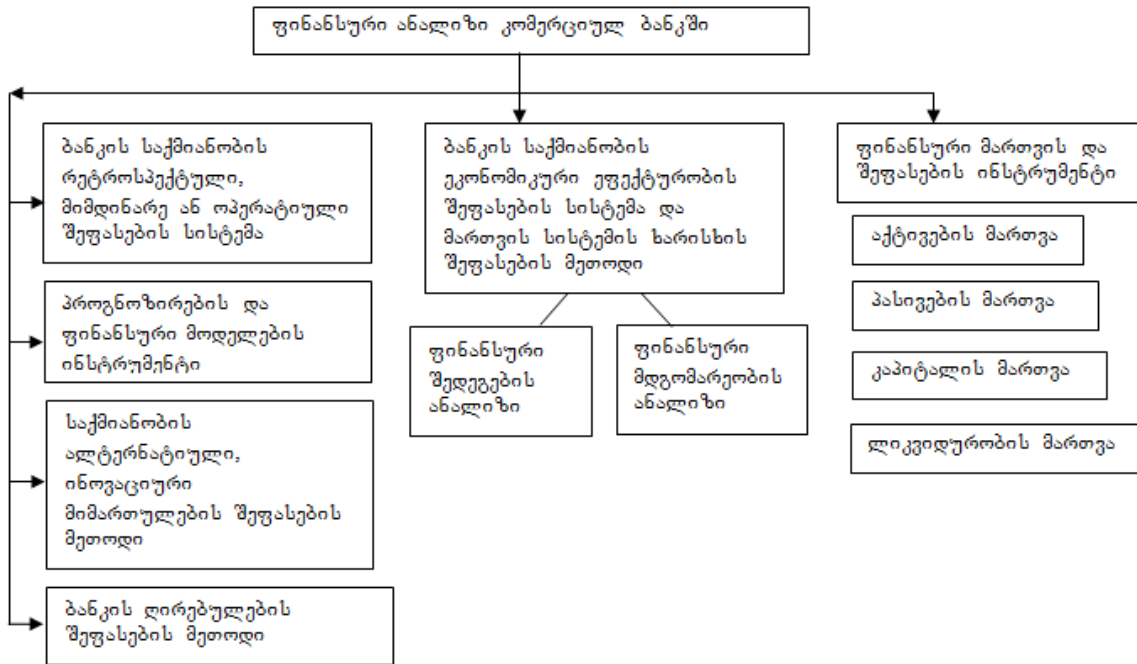
ბანკის ხელმძღვანელობის და პერსონალის ყველა პოზიტიური და ნეგატიური მოქმედების შედეგი, შეჯამებული სახით ვლინდება ბანკის საქმიანობის საბოლოო ფინანსურ შედეგში - მოგებაში.

ბანკში მმართველობის პუნქტების - აქტივების, პასივების, კაპიტალის და რისკის ეფექტურობის მართვაზე პასუხისმგებელია მენეჯერების ცალკეული ჯგუფები. მთლიანობაში ბანკის ფინანსური მდგომარეობის შეფასება კი ხდება მხოლოდ ფინანსური ანგარიშების ანალიზის საფუძველზე.

ეს ანგარიშები შეიცავენ ცნობებს თითოეული ბანკის აქტივებზე, კაპიტალის შესახებ, მიმდინარე კვარტლის და წინა 3 წლის შემოსავლების და გასავლების შესახებ. თუმცა ბანკის საკუთარი მიზნებისათვის აუცილებელია ბანკის საქმიანობის ყველა მხარის საერთო კომპლექსური ანალიზი და მისი მართვის ხარისხის ანალიზი იმისთვის, რომ მოხდეს ბანკის საქმიანობის სრული და უფრო ობიექტური შეფასება.

კომერციული ბანკის საქმიანობის კომპლექსურ მახასიათებელს წარმოადგენს ფინანსური მდგომარეობა. ამ მდგომარეობის პარამეტრები არ წარმოადგენენ მუდმივ სიდიდეებს და განუწყვეტლივ იცვლებიან. ამიტომ ბანკში ფინანსური ანალიზის ჩატარებას წინ უნდა უძღვოდეს მისი გარემომცველი ფინანსური, პოლიტიკური და ეკონომიკური გარემოს ანალიზი.

ფინანსური ანალიზის შემადგენლობა, მისი როლი და მნიშვნელობა კომერციულ ბანკში წარმოდგენილია ნახაზი 1-ზე.



ნახ.1. ფინანსურ ეკონომიკური და პოლიტიკური გარემოს ანალიზი საბანკო ბიზნესის მდგომარეობის ანალიზი ფინანსური ანალიზი, როგორც მმართველობით გადაწყვეტილებათა მიღების ინფორმაციულ ანალიზური უზრუნველყოფა

იმ ბანკებში, სადაც გაბატონებულია ფინანსური მართვა, ხოლო მმართველობის სხვა სახეებს, მაგალითად, სამეურნეო ოპერაციების ორგანიზაციულ-ტექნოლოგიურ მართვას მთლიან მმართველობაში არ უკავია მნიშვნელოვანი წონა, შეფასება შეიძლება განხორციელდეს, ერთის მხრივ - ფინანსური შედეგების და ბანკის ფინანსური მდგომარეობის სისტემური ანალიზის საფუძველზე; მეორეს მხრივ, მართვის სისტემის ეფექტურობა შეიძლება შეფასდეს ეგრეთწოდებული ფინანსური ანალიზის რაოდენობითი მეთოდებით, როგორცაა აქტივების პორტფელის შემოსავლიანობის ნორმის დროის მიხედვით განსაზღვრა, უფრო ზოგადი მაჩვენებლებით შედარების მეთოდი, შემოსავლების კორექტირების მეთოდი, ანალიზის არაპარამეტრული მეთოდები [1-4].

იმ შემთხვევაში, როცა ბანკის საქმიანობის ეფექტურობის შეფასება არის რეტროსპექტული, მიმდინარე ან ოპერატიული, ფინანსური ანალიზის ბაზას წარმოადგენს, როგორც საბუღალტრო აღრიცხვა და ანგარიშგება, ასევე სხვა ეკონომიკური და ფინანსური ინფორმაცია. ამასთან ბანკის საქმიანობის ეფექტურობის ანალიზის გარდა, ფინანსური ანალიზის შემადგენელ ნაწილს წარმოადგენს კლიენტების, პარტნიორების, მსესხებლების ფინანსური ანგარიშების ანალიზი. ანალიზის ეს სახე ხორციელდება ბანკის აქტივების მართვის ფარგლებში.

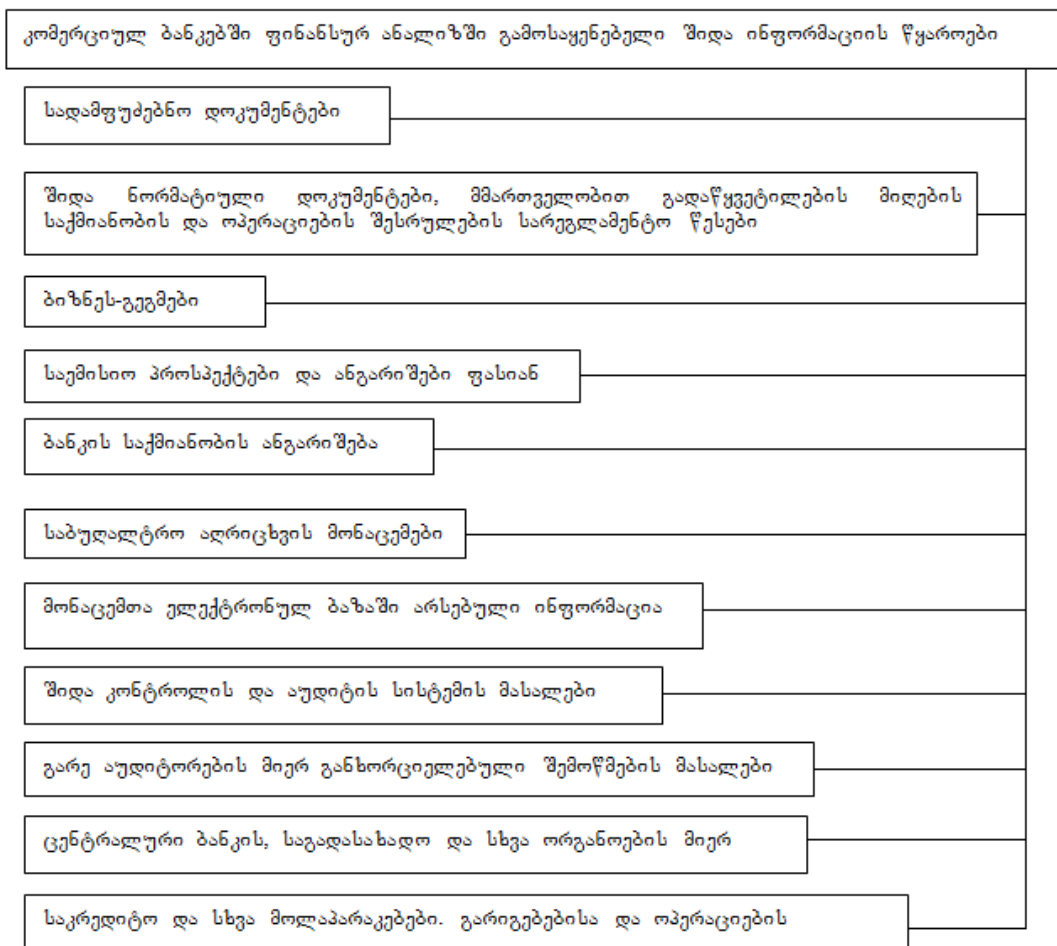
ფინანსური ანალიზი წარმოადგენს, ბანკის ინოვაციური საქმიანობის შესწავლის და შეფასების ინსტრუმენტს. ინოვაციური საქმიანობის მიზანია - საქმიანობის ეფექტურობის ამაღლება. ბანკში ინოვაციად ითვლება ტექნოლოგიური სიახლეები - საგადასახადო სისტემაში და ინფორმაციის დამუშავებაში, სხვადასხვა სახის არასაბალანსო საქმიანობის განხორციელებაში, ახალი სერვისების შემოთავაზებაში. ამასთან ანალიზის მიზანია: ინოვაციური საქმიანობის თანმხლები რისკის დონის შეფასება; სიახლეების დანერგვისთვის გაღებულ ხარჯებთან შედარებით მისაღები შემოსავლების სიდიდის განსაზღვრა; ბანკის საქმიანობის დივერსიფიკაციის თავიდან აცილების შესაძლებლობის, გადასახადების შემცირების, იმიჯის განმტკიცების შეფასება.

ბანკის საკუთარი კაპიტალის საბაზრო და საბალანსო შეფასებას შორის სხვაობა წარმოადგენს მის დაფარულ კაპიტალს. ფინანსური ანალიზის მიზანია:

1. ამ ორი ხერხით გამოთვლილი კაპიტალის სიდიდის შეფასება;
2. ბანკის ფარული კაპიტალის სიდიდის შეფასება და მისი ძირითადი წყაროების გამოვლენა;
3. კაპიტალის სხვა წყაროების გამოვლენა.

ამგვარად, ფინანსური ანალიზი, როგორც პრაქტიკა, როგორც მმართველობითი საქმიანობის სახე, წინ უსწრებს ფინანსურ საკითხებზე გადაწყვეტილების მიღებას, წარმოადგენს მათი მიღების ეტაპს, ოპერაციას და პირობას, ხოლო შემდეგ შეჯამებული ინფორმაციის საფუძველზე აერთიანებს და აფასებს გადაწყვეტილებათა შედეგებს.

ფინანსური ანალიზი როგორც მეცნიერება, შეისწავლის ფინანსურ დამოკიდებულებებს გამოსახულს ფინანსურ კატეგორიებში და ფინანსურ მაჩვენებლებში. ამასთან კომერციული ბანკის მართვაში მისი როლი შეადგენს იმას, რომ იგი წარმოადგენს მართვის დამოუკიდებელ ფუნქციას, ფინანსური მართვის ინსტრუმენტს და მისი შეფასების მეთოდს.



ნახ. 2. კომერციულ ბანკებში ფინანსურ ანალიზში გამოსაყენებელი შიდა ინფორმაციის წყაროები

ფინანსური მართვის ეფექტურობის მაჩვენებლებია: საბანკო მომსახურების, ოპერაციების, ტექნოლოგიების, ფინანსური უსაფრთხოების სისტემის ეფექტურობის მაჩვენებლები და სხვ.

ცხადია, რომ კომერციული ბანკის, ისევე როგორც სხვა სამეურნეო ობიექტის ერთ-ერთი ძირითადი მიზანია განსაზღვრული შეზღუდვების დაცვით მისი სასურ-

ველი ფინანსური შედეგების მიღება. თავის მხრივ - ფინანსური მდგომარეობა - ანუ ბანკის გამაერთიანებელი, კომპლექსური მახასიათებელი ასახავს ბანკის საკუთარ საქმიანობაში შეზღუდვების დაცვის დონეს (ნახ. 2).

ბანკის ფინანსური მდგომარეობის ანალიზის მეთოდოლოგიური საფუძვლები შეიძლება განსხვავდებოდნენ ერთმანეთისგან ანალიზის მიზანზე დამოკიდებულ ლობით, დეტალიზაციის დონით. მაგალითად, ექსპრეს-მეთოდები საშუალებას იძლევა შედგეს ბანკის ფინანსური მდგომარეობის წინასწარი საერთო შეფასება, რომელიც არ ხსნის მის მიზეზს. ექსპრეს ანალიზის არსი გულისხმობს, არადიდი ოდენობით არსებითი და შედარებით არართული გამოსათვლელი მაჩვენებლების ამორჩევას და მათი დინამიკის მუდმივ გამოკვლევას. ბანკის ექსპრეს ანალიზის გამოყენება შეიძლება, მისი სწრაფი და საერთო შეფასებისათვის, მაგრამ პირველ რიგში იგი განკუთვნილია საკრედიტო ორგანიზაციის აუტსაიდერებისათვის (მსესხებლებისათვის, სხვა ბანკებისათვის) და მისი აქციონერებისათვის. ხოლო თვითონ ბანკის მოთხოვნების თვალსაზრისით აუცილებელია მისი ფინანსური მდგომარეობის ანალიზის ჩატარება ღრმად დეტალიზებული პროგრამით.

ბანკში ფინანსურ საკითხებზე ნებისმიერი გადაწყვეტილების მიღებას, თან უსწრებს ფინანსური ანალიზი, შემდეგ კი ფინანსური ანალიზი აჯამებს და აერთიანებს ინფორმაციას ბანკის საქმიანობის შედეგებზე და მისი მმართველობის ეფექტურობის შესახებ. აქედან გამომდინარე, კომერციულ ბანკში ფინანსური ანალიზის ინფორმაციულ ბაზას წარმოადგენს, ბანკის ფინანსური მართვისას გამოყენებული მთელი ინფორმაციული სისტემა. თუმცა, ფინანსური ანალიზი ხორციელდება ბანკის მენეჯერების პოზიციდან, ანუ წარმოადგენს შინაგანს, სწორედ რომ მისი შიდა მიზნებისთვის ფინანსური ანალიზის საინფორმაციო ბაზა უნდა იყოს ყველაზე უფრო ვრცელი. მისი ფორმირება უნდა მოხდეს ინფორმაციის შიდა და გარე წყაროებზე დაყრდნობით.

ინფორმაციის გარე წყაროებზე დაყრდნობით ხორციელდება, კომერციული ბანკის საქმიანი და ფინანსური გარემოს ანალიზი.

ამასთან ერთად ბანკები ტრადიციულად ყოველ სამუშაო (საოპერაციო) დღეს ადგენენ საბუღალტრო ბალანსს, რომლის შესწავლა და შეფასება ძალიან მნიშვნელოვანია ოპერატიული ფინანსური ანალიზის გააზრებისათვის.

ლიტერატურა

1. Литовских А.М. Финансовый менеджмент. - Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2008, 76 с.
2. რისკების მენეჯმენტი, რისკების შეფასება. ელექტრონული რესურსი - <http://md-hr.ru/articles/html/article32645.html>
3. Комплексное решение по управлению рисками SAS. [Электронный ресурс] - <http://www.sas.com/>
4. ReutersKondor+ и SystematicaRadius – решение по управлению рисками для фронт- и мидл-офиса. [Электронный ресурс] – <http://www.systematica.ru/articles/detail.php?ID=33>

SUMMARY

FINANCIAL ANALYSIS AT A COMMERCIAL BANK

Dvalishvili M.T. and Dvalishvili M.(Mikheil)T.

Georgian Technical University

The paper deals with the financial analysis at a commercial bank. Its role and importance is discussed.

Keywords: financial analysis, commercial bank, management.

ახალი სიმეტრიული TWEAKABLE ბლოკური შიფრის აბეზის შესაძლებლობა და პირსონის კორელაციის კომპიუტაციის დათვლის მეთოდი

ჯულაყიძე ლ.ე., ქოჩლაძე ზ.ი., კაიშაური თ.ვ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

I. შესავალი

როგორც ცნობილია, იმის გამო, რომ ღიაგასაღებიანი შიფრების სინქარე ძალიან დაბალია, ინფორმაციის კონფიდენციალურობის დასაცავად ძირითადად გამოიყენება სიმეტრიული ბლოკური ალგორითმები. ბლოკური შიფრები ზოგჯერ არსებითად განსხვავდებიან ერთმანეთისგან როგორც არქიტექტურით, ასევე გამოყენებული ოპერაციებით და ხშირად რაუნდების რაოდენობების მიხედვითაც, მაგრამ მათი მუშაობის შედეგი ყოველთვის ერთი და იგივეა. n სიგრძის ბიტური სტრიქონი, რომლის სტრუქტურაც განსაზღვრულია ღია ტექსტით, k სიგრძის გასაღების გამოყენებით, რომელიც ასევე წარმოადგენს k სიგრძის ბიტურ სტრიქონს და გარკვეული ოპერაციების გამოყენებით, მრავალჯერადი იტერაციის შემდეგ გადადის იმავე სიგრძის ფსევდოშემთხვევით ბიტურ სტრიქონში [1,2]. ფაქტობრივად, მათემატიკურად ნებისმიერი ბლოკური შიფრი შეიძლება წარმოვიდგინოთ როგორც ორ ცვლადზე დამოკიდებული ფუნქცია

$$E : \{0,1\}^l \times \{0,1\}^k \rightarrow \{0,1\}^n \quad (1)$$

სადაც $\{0,1\}^l$ აღნიშნავს l სიგრძის ბიტურ სტრიქონს. k -ს და n -ს მნიშვნელობები კი დამოკიდებულია დაშიფრის კონკრეტულ ალგორითმზე. პრაქტიკულად, თითოეული ფიქსირებული $K \in \{0,1\}^k$ -თვის დაშიფრის ფუნქცია წარმოადგენს გადანაცვლებას $\{0,1\}^n$ -ზე. როგორც ვიცით, კ. შენონმა თავის ფუნდამენტურ ნაშრომში აჩვენა, რომ არსებობს ასეთი ტიპის ერთადერთი თეორიულად გაუტყხავი სიმეტრიული შიფრი (ერთჯერადი ბლოკნოტი), რომლის წარმატებული ფუნქციონირებისთვის აუცილებელია შემდეგი პირობების შესრულება: გასაღების სიგრძე უნდა იყოს ღია ტექსტის სიგრძის ტოლი, გასაღები უნდა წარმოადგენდეს აბსოლუტურად შემთხვევით მიმდევრობას და გასაღები უნდა გამოვიყენოთ მხოლოდ ერთხელ (ამიტომ უწოდეს ამ შიფრს ერთჯერადი ბლოკნოტი) [3]. ცხადია, რომ ასეთი შიფრის გამოყენება ყოველდღიურ პრაქტიკაში ძალიან მოუხერხებელია. ყველა დანარჩენი სიმეტრიული ალგორითმი კი შეიძლება იყოს მხოლოდ გამოთვლად მდებარე კრიპტოანალიზური შეტევების მიმართ, რაც იმას ნიშნავს, რომ თუ მოწინააღმდეგეს გააჩნია შემოუსაზღვრავი შესაძლებლობები, მას ყოველთვის შეუძლია გატეხოს ასეთი შიფრები. მაგრამ პრაქტიკაში ჩვენ არ გვხვდება მოწინააღმდეგე შემოუსაზღვრავი შესაძლებლობებით, ამიტომ ალგორითმის უსაფრთხოების დადგენის თვალსაზრისით მნიშვნელოვანია ვიპოვოთ რაოდენობრივი თანაფარდობები კრიპტოანალიტიკოსის შესაძლებლობებსა და შიფრის მდებარეობას შორის, რაც მოგვცემს საშუალებას რაოდენობრივად შევაფასოთ სიმეტრიული შიფრების უსაფრთხოება კრიპტოანალიზური შეტევების მიმართ.

თუ კრიპტოანალიტიკოსის მიზანია გამოთვალოს გასაღები, მაშინ ბლოკური შიფრების უსაფრთხოების ანალიზი შეიძლება ჩამოვაყალიბოთ შემდეგი ამოცანის სახით: მოცემულია დაშიფრის ფუნქცია $E_k(M) = C$, სადაც $K \in \{0,1\}^k$ არის უცნობი გასაღები. ამ დროს კრიპტოანალიტიკოსისათვის ცნობილია შესასვლელი და გამოსასვლელი მნიშვნელობების რაიმე რაოდენობის წყვილები $(M_1, C_1), \dots, (M_q, C_q)$ და ის ცდილობს გამოთვალოს გასაღები. ამ შემთხვევაში ბლოკური შიფრი იქნება უსაფრთხო, თუ საუკეთესო შეტევა, რომელიც შეუძლია განახორციელოს მოწინააღმდეგემ მოითხოვს ისეთი დიდი რაოდენობის q წყვილებს ან/და გამოთვლის ისეთ დიდ t დროს, რაც აღემატება კრიპტოანალიტიკოსის შესაძლებლობებს. ეს არის

უსაფრთხოება გასაღების გამოთვლის მიმართ და იზომება რაოდენობრივად q და t პარამეტრების საშუალებით.

ის ფაქტი, რომ ბლოკური შიფრი უსაფრთხო იქნება გასაღების გამოთვლაზე შეტევებისადმი, სულაც არ ნიშნავს, რომ ის უსაფრთხო იქნება ზოგადად, რადგანაც, როგორც კ. შენონმა იმავე შრომაში აჩვენა, ალგორითმი შეიძლება უშვებდეს რაიმე სახის ინფორმაციის გაჟონვას ღია ტექსტის შესახებ.

თუ დაშიფვრის ალგორითმი უშვებს ასეთი სახის ინფორმაციის გაჟონვას, მაშინ კრიპტოანალიტიკოსს უნდება შანსი საკმარისი რაოდენობის ინფორმაციის დაგროვების შემდეგ მთლიანად გატეხოს ალგორითმი. ამიტომ, თუ გვინდა რომ კრიპტოალგორითმი იყოს უსაფრთხო, უნდა შეგვეძლოს დავამტკიცოთ, რომ იმ გამოთვლითი საშუალებებით, რომლებიც გააჩნია მოწინააღმდეგეს, შეუძლებელია შიფროტექსტიდან რაიმე ინფორმაციის მიღება ღია ტექსტის შესახებ [3].

ღია ტექსტის სტრუქტურის დასამალად ყველაზე ეფექტურია ორი გარდაქმნის - მიმოფანტვის (confusion) და დიფუზიის (diffusion) გამოყენება. მიმოფანტვა არის გარდაქმნა, რომლის მიზანია დამალოს კავშირი გასაღებსა და შიფროტექსტს შორის, ხოლო დიფუზიის მიზანია გახადოს შიფროტექსტის თითოეული სიმბოლო დამოკიდებული ღია ტექსტის ყველა სიმბოლოზე, რაც მოგვცემს საშუალებას დავმალოთ ღია ტექსტის სტრუქტურა. რადგანაც სიმეტრიულ ალგორითმებში შეუძლებელია გამოვიყენოთ რთული მათემატიკური გარდაქმნები (ეს ამცირებს ალგორითმის სწრაფქმედებას), ამ მიზნების მისაღწევად თანამედროვე სიმეტრიულ კრიპტოგრაფიაში გამოიყენება ჩანაცვლების და გადაჩანაცვლების ოპერაციები მრავალჯერადი იტერაციებით.

ბლოკური შიფრების კრიპტომედრობაზე არსებით ზეგავლენას ახდენს ის ფაქტიც, რომ თავისი ბუნებით ბლოკური შიფრები წარმოადგენენ დეტერმინირებულ სისტემას, ანუ ერთი და იგივე ღია ტექსტი ერთი და იგივე გასაღების საშუალებით ყოველთვის გადადის ერთსა და იმავე შიფროტექსტში, რაც ძალიან უადვილებს კრიპტოანალიტიკოსს შიფრის გატეხვას.

ამ ნაკლის დაძლევის ცდილობენ დაშიფვრის რეჟიმების (ძირითადად CBC და CTR რეჟიმების) გამოყენებით, რომლებშიც გამოიყენება ინიციალიზაციის ვექტორი, რაც საშუალებას გვაძლევს ერთი და იგივე ღია ტექსტი ერთი და იგივე გასაღებით გარდავაქმნათ სხვადასხვა შიფროტექსტად, მაგრამ ერთი ინიციალიზაციის ვექტორის გამოყენება ხშირად არ არის საკმარისი ღია ტექსტის სტრუქტურის კარგად დასამალად.

2002 წელს გამოქვეყნდა მ. ლისკოვის, რ. რაივესტის და დ. ვაგნერის სტატია, რომელშიც წამოყენებულია იდეა გამოვიყენოთ ინიციალიზაციის ვექტორი არა დაშიფვრის რეჟიმში, არამედ თვით ალგორითმში, ამასთან არა ერთხელ, დასაწყისში, როგორც ეს ხდება დაშიფვრის რეჟიმში, არამედ რამდენჯერმე, თანაბარი ინტერვალებით იტერაციის სხვადასხვა ეტაპებზე. ეს მოგვცემს საშუალებას უფრო კარგად დავმალოთ ღია ტექსტის სტრუქტურა შიფროტექსტში. ასეთ ალგორითმებს ავტორებმა უწოდეს tweakable ბლოკური შიფრები [4,5].

წინამდებარე ნაშრომში განხილულია ერთი ასეთი ტიპის ახალი ალგორითმის აგების შესაძლებლობა, რომელიც ამავე დროს იყენებს ჰილის ცნობილი ალგორითმის მოდიფიკაციას, რომელიც საშუალებას გვაძლევს ძალიან სწრაფად შევასრულოთ დიფუზიური გარდაქმნა. აგრეთვე დათვლილი იქნა ორობით სტრიქონებს შორის კორელაციის კოეფიციენტის მნიშვნელობა სხვადასხვა მაგალითის საფუძველზე.

II. კორელაცია

კორელაცია არის სტატისტიკური ტექნიკა, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელია ვნახოთ თუ რამდენად მტკიცე კავშირია ცვლადებს შორის და რა მიმართულება აქვთ მათ. არსებობს დადებითი და უარყოფითი კორელაციები. ცვლადებს შორის დადებითი კორელაციის შემთხვევაში მათ ერთი მიმართულება აქვთ, მათი მნიშვნელობები ერთდროულად იზრდება ან კლებულობს, ხოლო უარყოფითი კორელაციის შემთხვევაში ცვლადების მიმართულებები არის საპირისპირო, ერთი ცვლა-

დის მნიშვნელობის ზრდას თან სდევს მეორე ცვლადის მნიშვნელობის კლება და პირიქით.

კორელაციის მნიშვნელობა შეიძლება დავითვალოთ დღეისათვის შემუშავებული სხვადასხვა მეთოდის საფუძველზე. მათ შორის ყველაზე ფართოდ გავრცელებულია პირსონის კორელაციის კოეფიციენტი (Pearson product-moment correlation coefficient) და აღინიშნება r -ით. პირსონის კორელაციის კოეფიციენტი ითვლის თუ რამდენად წრფივად დამოკიდებულნი არიან ცვლადები. მისი განსაზღვრის არეა $[-1, 1]$ ინტერვალი. რაც უფრო ახლოს არის კორელაციის კოეფიციენტის აბსოლუტური მნიშვნელობა 1-თან მით უფრო ძლიერია კორელაცია ანუ კავშირი. როდესაც r -ის მნიშვნელობა მერყეობს $-0,1$ -დან $0,1$ -მდე ამბობენ რომ ცვლადებს შორის წრფივი დამოკიდებულება ან ძალიან სუსტია ან საერთოდ არ არის.

პირსონის კორელაციის კოეფიციენტის მნიშვნელობის დათვლა შესაძლებელია შემდეგი ფორმულის მეშვეობით:

$$r_P = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}}$$

სადაც \bar{X} და \bar{Y} წარმოდგენენ შესაბამისად X_1, X_2, \dots, X_n და Y_1, Y_2, \dots, Y_n , მიმდევრობების საშუალო მნიშვნელობებს. [8-11]

r -კოეფიციენტის შესაძლო მნიშვნელობების დიაგრამა:

- -1 . სრული წრფივი დამოკიდებულება
- -0.70 . ძლიერი (უარყოფითი) წრფივი დამოკიდებულება
- -0.50 . საშუალო (უარყოფითი) წრფივი დამოკიდებულება
- -0.30 . სუსტი (უარყოფითი) წრფივი დამოკიდებულება
- 0 . წრფივი დამოკიდებულების არ არსებობა
- $+0.30$. სუსტი (დადებითი) წრფივი დამოკიდებულება
- $+0.50$. საშუალო (დადებითი) წრფივი დამოკიდებულება
- $+0.70$. ძლიერი (დადებითი) წრფივი დამოკიდებულება
- $+1$. სრული წრფივი დამოკიდებულება

III. ჰილის ალგორითმი.

1929 წელს ამერიკელმა მათემატიკოსმა ლესტერ ს. ჰილმა წრფივი ალგებრის გამოყენებით შექმნა n -გრამული დაშიფვრის ალგორითმი, რომელიც საშუალებას იძლევა შიფროტექსტის ერთი გამოსასვლელი სიმბოლო დამოკიდებული იყოს n ცალ შესასვლელ სიმბოლოზე. ამ მიზნით მან ღია ტექსტის ასოებს შეუსაბამა რიცხვები ნულიდან ოცდახუთამდე, როგორც ამას აკეთებეს კლასიკური კრიპტოგრაფიის მრავალ შიფრი. ამის შემდეგ აიღო n ცალი რიცხვი და გამოაცხადა ვექტორად. იმისათვის, რომ დაეშიფრა ეს n ცალი რიცხვი (ანუ ღია ტექსტის n ცალი ასო ერთდროულად), აიღო კვადრატული მატრიცა $n \times n$ -ზე და გაამრავლა ვექტორი მატრიცაზე მოდულით ოცდაექვსი. მიიღო კვლავ n სიგრძის ვექტორი, რომელიც წარმოადგენს შიფროტექსტს და რომლის თითოეული სიმბოლო დამოკიდებულია შესასვლელი ვექტორის n სიმბოლოზე. ეს იყო ჰილის ალგორითმის ყველაზე მნიშვნელოვანი და არსებითი განსხვავება მანამდე არსებული დაშიფვრის მეთოდებისგან. იმისათვის, რომ შესაძლებელი იყოს გაშიფვრა, ცხადია, დაშიფვრის მატრიცას უნდა გააჩნდეს შებრუნებული მატრიცა მოდულით ოცდაექვსი. ამისათვის კი საკმარისია, რომ დამშიფრავი მატრიცის დეტერმინანტი განსხვავდებოდეს ნულისგან და ურთიერთმარტივი იყოს მოდულის ფუძესთან.

მაგალითად, თუ ჩვენ გვინდა, რომ შიფროტექსტის ერთი გამოსასვლელი სიმბოლო დამოკიდებული იყოს სამ შესასვლელ სიმბოლოზე, უნდა ავიღოთ მატრიცა

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix}$$

სურ. 1.

ისეთი, რომ $A \cdot A^{-1} = E$, სადაც E არის ერთეულოვანი მატრიცა და გავამრავლოთ ღია ტექსტის სამასოიან (გადაყვანილი რიცხვებში) ტრიგრამზე.

$$M \times A = C.$$

გაშიფვრა კი მოხდება ფორმულით:

$$C \times A^{-1} = M.$$

ცხადია, რაც უფრო დიდი იქნება დამშიფრავი მატრიცის ზომა, მით უფრო მეტი ღია ტექსტის ასო მიიღებს მონაწილეობას გამოსასვლელი შიფროტექსტის ერთი სიმბოლოს გამოთვლაში და მით უფრო კარგად დაიმალება ღია ტექსტის სტრუქტურა შიფროტექსტში, მაგრამ ჰილის ალგორითმის გამოყენება ხელით დაშიფვრის დროს საკმაოდ რთულია, ამიტომ ამ დროს დამშიფრავი მატრიცის ზომაც შესაბამისად პატარაა, რაც ართულებს დასახული მიზნის მიღწევას.

კომპიუტერული კრიპტოგრაფიის განვითარების პირველ ეტაპზე ჰილის ალგორითმის გამოყენებაზე უარი თქვეს იმ მიზეზით, რომ ვექტორის მატრიცაზე გამრავლება წარმოადგენს წრფივ ოპერაციას და თუ ალგორითმში გამოყენებულია $n \times n$ -ზე მატრიცა, მის გასატეხად საჭიროა მხოლოდ n^2 წრფივი განტოლების ამოხსნა, მაგრამ ბოლო წლების განმავლობაში გაჩნდა უამრავი შრომები, რომლებშიც ჰილის ალგორითმის სხვადასხვა მოდიფიკაციები გამოიყენება რომელიმე არაწრფივ ოპერაციასთან ერთად. ეს შეუძლებელს ხდის ალგორითმის მარტივად გატეხვას და ინარჩუნებს ჰილის ალგორითმის ყველა დადებით თვისებას [6,7].

IV. ჰილის მოდიფიცირებული ალგორითმი.

ჩვენი მიზანია ავაგოთ ახალი tweakable ბლოკური დაშიფვრის ალგორითმი, რომელშიც ღია ტექსტის სტრუქტურის ეფექტურად დასამალად გამოვიყენებთ ჰილის მოდიფიცირებულ ალგორითმს.

კრიპტოალგორითმში ხდება 256 ბიტიანი ბლოკის დაშიფვრა 256 ბიტიანი სიდუმლო გასაღებით. ალგორითმში შესვლის შემდეგ დასაშიფრი ბლოკი წარმოიდგინება 4×4 -ზე მატრიცის საშუალებით, რომელსაც უწოდებენ მდგომარეობის მატრიცას (სურ. 1), სადაც თითოეული წარმოადგენს ორობით ბაიტს. დასაშიფრი ორობითი სტრიქონი ჩაიწერება მატრიცაში მარცხნიდან მარჯვნივ პორიზონტალურად.

$$M = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} \end{pmatrix}$$

სურ. 2.

ყველა ოპერაცია, რომელიც სრულდება ალგორითმში დასაშიფრ ტექსტზე სრულდება ამ მატრიცაზე. ამ სტატიაში შევეხებით მხოლოდ ერთ ოპერაციას, რომელიც უზრუნველყოფს ღია ტექსტის სტრუქტურის ეფექტურ დამალვას შიფროტექსტში. ეს ოპერაცია მათემატიკურად შეიძლება ჩაწეროს ძალიან მარტივად:

$$M \times A(\text{mod } 256),$$

სადაც A წარმოადგენს მატრიცას 4×4 -ზე, რომლსაც აუცილებლად გაჩნია შებრუნებული მატრიცა.

უფრო მეტი თვალსაჩინოებისათვის განვიხილოთ ჩვენი ალგორითმის 1-ლი ეტაპი დეტალურად.

V. ალგორითმი

დავუშვათ მოცემული გვაქვს ღია ტექსტი: Evariste Galois was a French mathematician. ვიღებთ საწყის 16 სიმბოლოს, გადაგვყავს ASCII კოდში და წარმოვადგენთ 4x4 განზომილებიან A მატრიცად:

E	v	a	r	i	s	t	e
69	118	97	114	105	115	116	101
space	G	a	l	o	i	s	space
32	71	97	108	111	105	115	32

69	118	97	114
105	115	116	101
32	71	97	108
111	105	115	32

შემდეგ ვიღებთ მომდევნო 16 სიმბოლოს, რომელიც ასევე გადაგვყავს ASCII კოდში და წარმოვადგენთ როგორც 4x4 განზომილებიან მატრიცას:

w	a	s	space	a	space	F	r
119	97	115	32	97	32	70	114
e	n	c	h	space	m	a	t
101	110	99	104	32	109	97	116

119	97	115	32
97	32	70	114
101	110	99	104
32	109	97	116

ჩვენს მიერ წინასწარ გამოთვლილი N მატრიცა:

-1	-2	-2	-2
2	-1	-2	2
1	1	1	2
-1	1	2	-1

A მატრიცას ვამრავლებთ N მატრიცაზე, რის შედეგადაც მიიღება ისევ 4x4 განზომილებიანი A₁ მატრიცა:

150	-45	-49	178
140	-108	-122	151
99	70	107	164
182	-180	-253	186

მიღებული A₁ მატრიცა დაგვყავს 256-ის მოდულით და გადაგვყავს ორობით სისტემაში:

150	211	207	178				
140	148	134	151				
99	70	107	164				
182	76	3	186				
150	211	207	178	140	148	134	151
10010110	11010011	11001111	10110010	10001100	10010100	10000110	10010111
99	70	107	164	182	76	3	186
01100011	01000110	01101011	10100100	10110110	01001100	00000011	10111010

ანალოგიური მეთოდით ვმოქმედებთ B მატრიცაზე:

w	a	s	space	a	space	F	r
119	97	115	32	97	32	70	114
e	n	c	h	space	m	a	t
101	110	99	104	32	109	97	116

119	97	115	32
97	32	70	114
101	110	99	104
32	109	97	116

ჩვენს მიერ წინასწარ გამოთვლილი M მატრიცა:

1	1	1	2
-1	-2	-2	-2
2	-1	-2	2
-1	1	2	-1

B მატრიცას ვამრავლებთ M მატრიცაზე, რის შედეგადაც მიიღება ისევ 4x4 განზომილებიანი B₁ მატრიცა:

220	-158	-241	242
91	77	121	156
85	-114	-109	76
1	-167	-148	-76

მიღებული B₁ მატრიცა დაგვყავს 256-ის მოდულით და გადაგვყავს ორობით სისტემაში:

220	98	15	242				
91	77	121	156				
85	142	147	76				
1	89	108	180				
220	98	15	242	91	77	121	156
11011100	01100010	00001111	11110010	01011011	01001101	01111001	10011100
85	142	147	76	1	89	108	180
01010101	10001110	10010011	01001100	00000001	01011001	01101100	10110100

გაშიფვრა დაშიფვრის შებრუნებული პროცესია მცირეოდენი განსხვავებით. დაშიფვრის დროს გამოყენებული N და M მატრიცის ნაცვლად ვიყენებთ 256-ის მოდულით შებრუნებულ, შესაბამისად N⁻¹ და M⁻¹ მატრიცებს. გასაღები რა თქმა უნდა იგივე რჩება.

დამშიფრავი N მატრიცის შებრუნებული N⁻¹ მატრიცა 256-ის მოდულით:

-1	2	-2	2
-2	-1	-2	-2
1	1	1	2
1	-1	2	-1

დამშიფრავი M მატრიცის შებრუნებული M^{-1} მატრიცა 256-ის მოდულით:

-2	-1	2	2
-2	-2	-1	-2
1	1	1	2
2	1	-1	-1

ამრიგად, შევეხეთ მხოლოდ ერთ ოპერაციას, რომელიც უზრუნველყოფს ღია ტექსტის სტრუქტურის ეფექტურ დამალვას შიფროტექსტში. ამ შემთხვევაში 256 ბიტთან 128 ბიტმა განიცადა ცვლილება, რაც ძალიან კარგი შედეგია.

დავოვალოთ კორელაციის კოეფიციენტის მნიშვნელობა ღია ტექსტსა და 4 რაუნდის შემდეგ მიღებულ შიფროტექსტს შორის. ჩვენს შემთხვევაში რაც უფრო იზრდება რაუნდები მით უფრო უახლოვდება კორელაციის კოეფიციენტის მნიშვნელობა 0-ს.

ღია ტექსტი: Evariste Galois was a French mathematician born in Bourg-la-Reine. While still in his teens, he was able to determine a necessary and sufficient condition for apolynomial to be solvable by radicals, thereby solving a problem standing for 350 years. His work laid the foundations for Galois theory and group theory, two major branches of abstract algebra, and the subfield of Galois connections. ღია ტექსტი კრიპტოალგორითმში შესვლის შემდეგ დაიშლება 12 256 ბიტთან ბლოკად. r -ის მნიშვნელობა თითოეული ბლოკის შემთხვევაში მერყეობს 0,27-დან 0,53-მდე. რაც გვაძლევს იმის თქმის საფუძველს, რომ ღია ტექსტსა და 4 რაუნდის შედეგად მიღებულ შიფროტექსტს შორის არსებობს საშუალო კორელაცია, რაც კარგი შედეგია, რადგანაც იტერაციების რაოდენობის ზრდასთან ერთად იკარგება ღია ტექსტსა და შიფროტექსტს შორის კორელაცია ანუ წრფივად დამოკიდებულება.

ალგორითმზე ვაგრძელებთ მუშაობას და უახლოეს ხანში გვექნება მისი სრულყოფილად წარმოჩენის შესაძლებლობა.

ლიტერატურა

1. M. Bellare, P. Rogaway. Introduction to Modern Cryptography. -UCSD CSE 207, 2005, 207.
2. B. Schneier. Applied Cryptography. -John Wiley & Sons, Inc., 1996.
3. C. Shannon. Communication theory of secrecy systems. //Bell System Technical Journal, 1949, 28(4): 656-715.
4. M.Liskov, R.L. Rivest. Tweakable Block Ciphers. // J. Cryptol., 2011, 24:588-613. DOI: 10.1007/s00145-010-9073-y
5. S.Halevi, P.Rogaway. A Tweakable enciphering mode /Advances in Cryltology – CRYPTO 2003, 482-499.
6. Lester S. Hill. Cryptography in an algebraic alphabet. //The American Mathematical Monthly, vol.56, #6, 1929, pp. 306-312.
7. Bibhudendra Acharya, Sarojkumar Panigrahy, Saratkumar Patra, Canapsti Panda. Image Encryption Using Advanced Hill Cipher Algorithm. // International Journal of Recent Trends in Engineering, May 2009, vol.1, No.1, pp.663-667.
8. The Correlation Coefficient. Karen Callaghan, Ph.D The University of Massachusetts-Boston
9. Афанасьев, В. В. Теория вероятностей [Текст] / В. В. Афанасьев. – М.: ВЛАДОС, 2007. – 350 с.
10. Pearson K., 1900. Mathematical contributions to the theory of evolution. VII. On the correlation of characters not quantitatively measurable. Philosophical Transactions of the Royal Society Ser. A 195: 1-47.
11. Piovani J.I., 2008. The historical construction of correlation as a conceptual and operative instrument for empirical research. Quality & Quantity 42: 757-777.

SUMMARY

A POSSIBILITY OF CONSTRUCTING A NEW SYMMETRIC TWEAKABLE BLOCK CIPHER AND A METHOD OF CALCULATION OF PEARSON'S CORRELATION COEFFICIENT

Julakidze L.E., Kochladze Z.I. and Kaishauri T.V.

Georgian Technical University

The paper deals with a new symmetric tweakable block cipher using the modified Hill algorithm. A possibility of constructing such a cipher and a method of calculation of the Pearson's correlation coefficient between the text and the ciphertext are discussed.

Keywords: tweakable block cipher, Hill algorithm, correlation coefficient.

სამგანზომილებიანი ობიექტების სკანირების ტიპები

მაკასარაშვილი ი.ფ., დარჯანია მ.ბ.

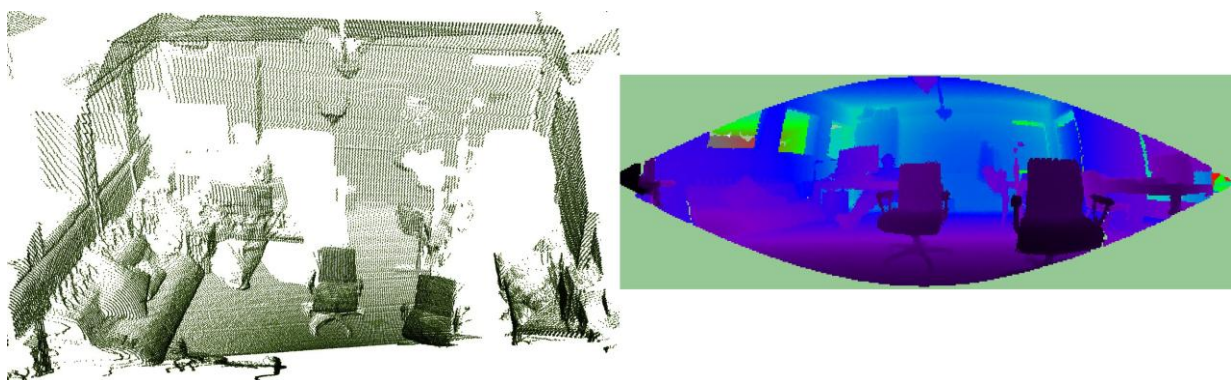
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

1. ლაზერული სკანერები

რეალური სამყაროს სცენებიდან ციფრული მოდელების მიღების ფართოდ გამოყენებული მეთოდი ლაზერულ სკანერებს ეფუძნება და LiDAR-ს (სინათლის აღმოჩენას და რადარს) უწოდებენ. ლაზერული სკანერები სცენის წერტილების მჭიდრო და არასტრუქტურირებულ სიმრავლეს ქმნიან ტრიანგულაციის ან გადაადგილების დროის (ToF-ის) მეთოდის მეშვეობით. გადაადგილების დროის სკანერები ასხივებენ სინათლის პულსს და თვლიან დროს, რის შემდეგაც დეტექტორი კვლავ აღიქვამს არეკლილ სინათლეს. ტრიანგულაციის სკანერები აგრეთვე ასხივებენ სინათლეს, მაგრამ ისინი კამერის ხედვის არეალში არეკლილი სინათლის გამოჩენის ადგილის მიხედვით ზომავენ მანძილს შესაბამის ზედაპირამდე.

LiDAR მონაცემები შეგროვების ადგილების მიხედვით ორ კატეგორიად იყოფა. სახმელეთო LiDAR მიიღება ხმელეთზე მდგომი მოწყობილობების მიერ და ძირითადად შენობების ფასადის რეკონსტრუირებისთვის გამოიყენება. საჰაერო LiDAR მონაცემები მიიღება ჰაერიდან და ძირითადად შენობების საყრდენი ზედაპირების, სახურავებისა და ორნახევარგანზომილებიანი სამშენებლო მოდელების ასაგებად გამოიყენება [1]. ჰიბრიდული მეთოდი ორივე სახეობის მონაცემებს კრებს [2,3] და ფოტოსურათებსაც იყენებს.

ლიტერატურაში მოყვანილია ვრცელი ინფორმაცია საჰაერო ლაზერული სკანირების შესახებ [4]. აღწერილია ლაზერული სკანირების გეომეტრიული ასპექტები და განხილულია რამდენიმე სისტემა და აპლიკაცია [5]. ლაზერული სკანირების სფეროში პოპულარულია მიქელანჯელოს [6], პლასტიკო დი რომანტიკას [7] და ბაიონის ციფრული არქივის პროექტები [8]. წერტილოვანი სიმრავლის ბიბლიოთეკა (PCL) მოიცავს მრავალ ოპერაციას წერტილოვან სიმრავლეებზე, მათ შორის კი ფილტრაციას, მახასიათებლების დადგენას, სეგმენტაციას და ვიზუალიზაციას (ნახ. 1) [9].



ნახ. 1. მოცემული სამგანზომილებიანი წერტილების სიმრავლე (მარცხნივ) წერტილების სიმრავლის ბიბლიოთეკის მეშვეობით ვიზუალიზდება ამპლიტუდური გამოსახულების (მარჯვნივ) სახით

2. ამპლიტუდური გამოსახულებები

ამპლიტუდური კამერები გვთავაზობს რეალური სამყაროს სცენების გადაღების მარტივ მეთოდს სიღრმისეული რუკების ფორმით. ისინი უფრო სწრაფად იღებენ გამოსახულებებს, ვიდრე ლაზერული სკანერები და შესაბამისად, მოძრავი საგნების გადაღებაც შეუძლიათ. მეორეს მხრივ, ისინი რეზოლუციის, სიზუსტისა და გაზომვადი მანძილის თვალსაზრისით ჩამოუვარდებიან ლაზერულ სკანერებს. Microsoft Kinect-ის ამ განზომილებიანი სცენების გაციფრულების უაღრესად ეკონომიური მეთოდია, რომელიც დამატებით გვაძლევს ინფორმაციას ფერის შესახებ (ნახ. 2). სიღრმისეული და ფერადი გამოსახულების ერთი და იგივე ხედით მიღებულ კომბინაციას RGB-D გამოსახულება ეწოდება. ამპლიტუდური კამერები გაზომვის მეთოდის მიხედვით იყოფა გადაადგილების დროის კამერებად, სტრუქტურირებულ სინათლის სენსორებად და პასიურ სტერეო კამერებად.

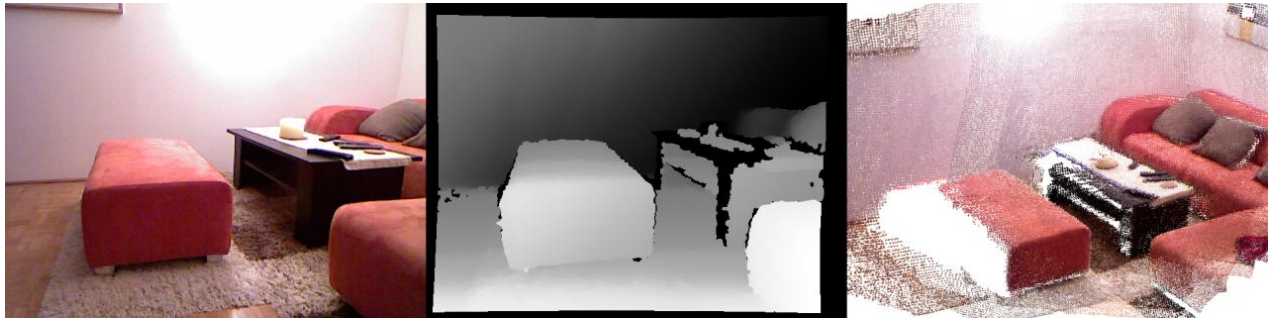
გადაადგილების დროის (ToF) კამერები ორი ძირითადი ნაირსახეობისა არსებობს. ერთ-ერთი მეთოდი გულისხმობს მანძილის გამოთვლას სინათლის პულსის გადაადგილების დროის პირდაპირი გაზომვის მეშვეობით. მეორე მეთოდი მოდულირებული სინათლის ამპლიტუდას იყენებს და მანძილს გამოსხივებული და მიღებული სიგნალების ფაზური სხვაობის მიხედვით ზომავს. ზუსტი მონაცემების მისაღებად კალიბრაციის მეთოდი ითვალისწინებს საგნების არეკვლადობის შედეგად მიღებულ დამახინჯებას და სინათლის შინაგან გაბნევას [10]. ToF სენსორებს სხვა ამპლიტუდურ კამერებთან შედარებით დაბალი სივრცითი რეზოლუცია აქვს. კონკრეტული ToF კამერებისთვის არსებობს ვრცელი სტატისტიკა როგორც სიღრმითი გაზომვების, ასევე კალიბრაციის მეთოდების შესახებ. მაგალითად, ასეთებია SwissRanger SR-2, SR-3000, SR-4000 და Photonic Mixer Device (PMD). სტოიანოვმა და სხვებმა განახორციელეს Swiss Ranger SR-4000-ის, Fotonic B70-ის და Microsoft Kinect-ის შედარებითი შეფასება [11].

სინათლის სტრუქტურირებული სენსორები ცნობილი შაბლონების სცენაზე პროექტირებას ახდენს. როდესაც სცენის გადაღება ხდება, შაბლონის წერტილები ლოკალიზდება და გამოსხივების ადგილზე მათი გარდაქმნის მიხედვით შესაძლებელი ხდება წერტილების სიღრმის მნიშვნელობის გამოთვლა. Microsoft Kinect იყენებს ინფრაწითელ პროექტორსა და კამერას, რომლის უპირატესობა გახლავთ ის, რომ სტრუქტურირებული სინათლე სცენაზე გავლენას არ ახდენს თანმსლები ფერადი კამერისთვის. კოშელჰამი [12], შმისეკი და სხვები [13] აანალიზებენ Microsoft Kinect-ის რეკონსტრუქციის მეთოდს და გვაწვდიან ინფორმაციას სიღრმის გაზომვისა და შეცდომების თავისებურებების შესახებ.

პასიური სტერეო კამერები სცენის გადაღებას გამოსახულების ორი ან მეტი სენსორის მეშვეობით ახდენს. სიღრმის მნიშვნელობები გამოითვლება გამოსახულებების შესაბამისი წერტილების ტრიანგულაციის გზით. შარსტეინის და ზელისკი [14] აფასებენ მკვრივ, ორ ჩარჩოიან სტერეო ალგორითმებს. ტექსტურების არმქონე რეგიონები და განმეორებადი სტრუქტურები მონაცემების არ არსებობას ან უზუსტობას იწვევს, ვინაიდან გამოსახულებებს შორის შესაბამისობების დადგენა ვერ ხერხდება. სტერეო კამერისა და ToF-სენსორების გაერთიანება უკეთეს შედეგებს გვაძლევს, ვინაიდან ისინი ერთმანეთის შეცდომებს ასწორებენ.

კამერის ხედების გამოთვლისა და მოზრდილი სცენის კომბინირებული წერტილების სიმრავლის მიღების მიზნით აუცილებელია მრავალი ამპლიტუდური გამოსახულების რეგისტრაცია. ამ პროცესს SLAM ანუ ერთდროული ლოკალიზაცია და გადატანა ეწოდება, როდესაც რობოტი უცნობ გარემოს იკვლევს. ჰენრიმ და სხვებმა [15] თავდაპირველად ფერადი გამოსახულებების და RANSAC-ის SIFT მახასიათებლები გამოიყენეს და გამოსახულებები დააწყვილეს. ფარდობითი პოზიციის დადგენის მიზნით შემთხვევითი პრინციპით აირჩა შესაბამისი სამგანზომილებიანი წერტილები და აღნიშნული პოზიცია შემოწმდება ყველა შესაბამის წერტილზე. აირჩა პოზიცია, რომელიც გვაძლევდა ინლაიერების უდიდეს რაოდენობას. მიღებული პოზიცია დაიხვეწა იტერაციული უახლოესი წერტილების (ICP-ის) [16] მეშვეობით, რომელიც წერტილების სიმრავლეების უახლოესი წერტილების იტერაციული ასოციაციის შედეგად

წერტილების სიმრავლეების განლაგებას აუმჯობესებდა. წყვილებად რეგისტრაციის გამო პოზიციის დადგენისას მიღებული შეცდომები დაგროვდა. ამ პრობლემასთან გამკლავება შესაძლებელია „მარყუვის დახურვის“ მეშვეობით, როდესაც ადრე დაკვირვებულ არეალს ხელახლა უღებენ სურათს. ახლომდებარე ჩარჩოები ერთმანეთის მიმართ რეგისტრირდება, ხოლო რეგისტრაციის ოპტიმიზაცია ხდება TORO-ის მინიმიზაციის ჩარჩოს [17] მეშვეობით.



ნახ. 2. ინტერიერის სცენის გადაღება Microsoft Kinect-ის მეშვეობით. მარჯვნიდან მარცხნივ: ფერადი გამოსახულება, სიღრმისეული გამოსახულება და მრავალი Kinect ჩარჩოდან მიღებული სამგანზომილებიანი წერტილების სიმრავლე



ნახ. 3. Kinect Fusion: ა) RGB გამოსახულება; ბ) და გ) ნორმალეები და სამგანზომილებიანი ბაღე ერთი სიღრმისეული რუკიდან; დ) და ე) შერეული TSDF-დან მიღებული სამგანზომილებიანი მოდელი.

Kinect Fusion არის სისტემა ამპლიტუდურ კამერაზე დაკვირვებისა და რეალურ დროში ამპლიტუდური გამოსახულებების შერწყმისთვის (ნახ. 3). რეგისტრირებული ამპლიტუდური გამოსახულებები ვოლუმეტრულ ზედაპირზე ინტეგრირდება მანძილის კვეთილი ფუნქციების (TSDF) სახით. ახალი ხედისთვის არსებული სამგანზომილებიანი მონაცემების საფუძველზე იქმნება ვირტუალური ამპლიტუდური გამოსახულება რეიქსთინგის მეშვეობით. ახალი ამპლიტუდური გამოსახულებები წინახედის რეიქსთირებულ სიღრმისეულ გამოსახულებას უსწორდება ICP-ის მეშვეობით. ამგვარი მიდგომის მთავარი უპირატესობა გახლავთ ის, რომ ახალი ჩარჩო ეფექტურად რეგისტრირდება სრული სამგანზომილებიანი მონაცემებისთვის და არ გამოიყენება მხოლოდ წინაზე გასწორებული ჩარჩო.

ლიტერატურა

1. Vivek Verma, Rakesh Kumar, and Stephen Hsu. 3D Building Detection and Modeling from Aerial LIDAR Data. In Proceedings of IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2006, pp. 2213-2220.
2. Jan Bohm and Norbert Haala. Efficient integration of aerial and terrestrial laser data for virtual city modeling using laser maps. In Proceedings of ISPRS Workshop on Laser Scanning, 2005, pp. 192-197.
3. Norbert Haala, Susanne Becker and Martin Kada. Cell decomposition for the generation of building models at multiple scales. In Proceedings of IAPRS Symposium on Photogrammetric Computer Vision, 2006, pp. 19-24.
4. James B Campbell and Randolph H Wynne. Introduction to Remote Sensing. - Guilford Publications, 5th edition, 2011.
5. Norbert Pfeifer and Christian Briese. Geometrical aspects of airborne laser scanning and terrestrial laser scanning. In International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 2007, XXXVI(3), pp. 311-319.
6. Marc Levoy, Jeremy Ginsberg, Jonathan Shade, Duane Fulk, Kari Pulli et al. The Digital Michelangelo Project: 3D Scanning of Large Statues. In SIGGRAPH, 2000, pp. 131-144.
7. Gabriele Guidi, Laura Micoli, Michele Russo, Bernard Frischer, Monica De Simone, Alessandro Spinetti, and Luca Carosso. 3D digitization of a large model of imperial Rome. In Proceedings of the International Conference on 3-D Digital Imaging and Modeling (3DIM), 2005, pp. 565-572.
8. Radu Bogdan Rusu and Steve Cousins. 3D is here: Point Cloud Library (PCL). In Proceedings of IEEE International Conference on Robotics and Automation, 2011, pp. 1-4.
9. Atsuhiko Banno, Tomohito Masuda, Takeshi Oishi, and Katsushi Ikeuchi. Flying Laser Range Sensor for Large-Scale Site-Modeling and Its Applications in Bayon Digital Archival Project. // International Journal of Computer Vision, 78(2-3):207-222, 2007.
10. Wilfried Karel, Sajid Ghuffar, and Norbert Pfeifer. Modelling and Compensating Internal Light Scattering in Time of Flight Range Cameras. // The Photogrammetric Record, June 2012, 27(138), pp. 155-174.
11. Todor Stoyanov, Athanasia Louloudi, Henrik Andreasson, and Achim J Lilienthal. Comparative evaluation of range sensor accuracy in indoor environments. In Proceedings of the European Conference on Mobile Robots (ECMR), 2011, pp. 19-24.
12. Noah Snavely, Ian Simon, Michael Goesele, Richard Szeliski, and Steven M Seitz. Scene reconstruction and visualization from community photo collections. In IEEE Proceedings. 2010, 98(8), pp. 1370-1390.
13. Kourosh Khoshelham. Accuracy analysis of kinect depth data. In Proceedings of ISPRS workshop laser scanning, 2011.
14. Daniel Scharstein, Richard Szeliski, and R. Zabih. A taxonomy and evaluation of dense two-frame stereo correspondence algorithms. // International Journal of Computer Vision, 2002, 47(1), pp. 7-42.
15. Hao Du, Peter Henry, Xiaofeng Ren, Marvin Cheng, Dan B Goldman, Steven M Seitz, and Dieter Fox. Interactive 3D Modeling of Indoor Environments with a Consumer Depth Camera. In Proceedings of the International Conference on Ubiquitous Computing (UbiComp), 2011, pp. 75-84.
16. Szymon Rusinkiewicz and Marc Levoy. Efficient variants of the ICP algorithm. In Proceedings of International Conference on 3-D Digital Imaging and Modeling (3DIM), 2001, pp. 145-152.
17. Giorgio Grisetti, Slawomir Grzonka, Cyrill Stachniss, Patrick Pfaff, and Wolfram Burgard. Efficient Estimation of Accurate Maximum Likelihood Maps in 3D. In Proceedings of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, 2007, pp. 3472-3478.

SUMMARY

TYPES OF SCANNING OF THREE-DIMENSIONAL OBJECTS

Makasarashvili I.P. and Darjania M.B.

Georgian Technical University

The paper deals with commonly used methods of obtaining the digital models based on laser scanning. The issues of aerial scanning and amplitude imaging are discussed. Amplitude cameras suggest a simple method of taking the images of the real world in the form of depth maps. They take images more rapidly than laser scanners and hence they can take images of moving objects as well.

Keywords: three-dimensional objects, scanning, digital models, images

CYBERNETIC MODEL OF PRICING

Kadagishvili L.G.

V.V. Chavchanidze Institute of Cybernetics, Georgian Technical University
Georgian Engineering Academy

Abstract. In the paper, the process of pricing is considered by using a cybernetic model at the level of statistics (with experimental observations). In this case, the main thing is the problem of seeking the information, moreover the initial information, when the most important is to identify the reasons by the time of the study. A classical moment and deviations from the balance are considered. The pricing process when the demand is met, on the one hand, and when the demand is not met, on the other hand, is studied. In fact, the parameters are sought.

Keywords: pricing, cybernetic model, supply, consumer, optimal price.

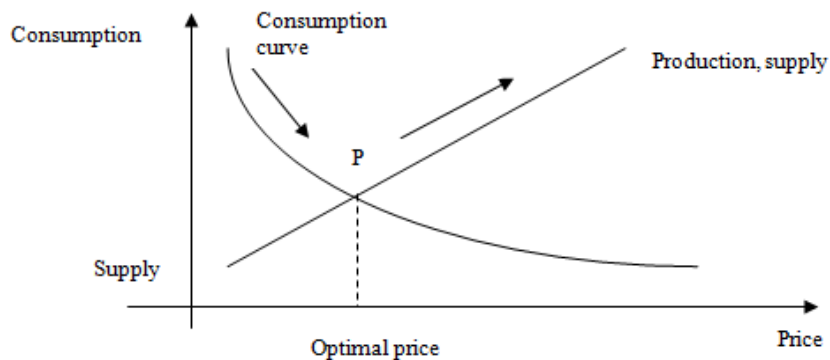
Cybernetic modeling needs a thorough information system. Unless the system is equipped with initial and current objective information, no complete forecast is possible. The minimum information needed for the problem solution is to be identified. The main problem is seeking the information, particularly the primary information (initial information). This is a cybernetic problem, which can be solved by using the tests, with the main goal of identifying the reasons by the time of the study. The main thing is to determine if the population is able to pay the contemporary price for the goods. If the process occurring in time is stochastic, the process gets more complicated, and it will be much useful to create a model for such a process and to forecast all the parameters for solving the problem. The state economic management and consumption are to be taken into consideration. In case of a deficit, it must be decided how we can set and study the problem of increasing the production optimally in the fixed time.

A pricing plan, which is a classical form, is based on the principle suggesting that as the price increases, the production increases. This is the first hypothesis. As for another hypothesis, it is based on the change in demand.

If i is the quantity of specific goods in time t , $v(t)$ is the quantity of goods (in the unit of measurement), $P_i(t)$ is the price of goods (in the monetary unit) and $z_i(t)$ is the real demand for the goods (in the monetary unit), then the balanced state of meeting the demand is as follows:

$$\delta_i(t) = 0$$

In this case, an optimal price (balanced price) occurs:



$$\delta_i(t) = v_i(t) \cdot V_i(t) - z_i(t)$$

The optimal price is not the guarantee for meeting the demand. Then, the optimal price:

$$P_i^o(t) = \frac{z_i(t)}{v_i(t)}$$

In case of a crisis, $\delta_i(t) < 0$, $t_0 \leq t < t_1$.

If in the given time period, the real demand for the goods is not met $\delta_i(t) < 0$ and is proportional to $z_i(t) = \alpha v(t)$, then the increased price of the goods in this time period ensuring meeting the demand is constant.

The increased price will be written as follows:

$$P_i(t) + \delta_i(t) = \alpha$$

which cannot be seen a priori in our case.

$$\delta_i(t) = v_i(t) = \frac{z_i(t)}{P_i(t)}$$

Let us assume adding to $v_i(t)$ the quantity necessary to get balanced

$$\delta_i(t) + \delta v_i(t) = 0$$

$$\text{Then the optimal price is } P_i^o(t) = \frac{z_i(t)}{v_i(t) + \delta v_i(t)}$$

When seeking the increment of these prices, we will see that:

$$P_i(t) + \delta P_i(t) = \alpha$$

Here, an essential thing is that we will insert the phase coordinates. In this case, a consumption curve and a supply curve are called into question, i.e. the whole law is called into question.

Let us consider a macroeconomic model, when we assume the set of problems and when we consider the goods which must be calculated in tens when included as models. In abstract terms, the given goods named i must be $i = \overline{1..N}$.

When the dynamic processes can be described with a differential equation, such a state is based on the deficit economy. If condition $S_i(t) < 0$, $t_0 < t < t_1$ comes true, the state will face a catastrophe and the people will be destroyed biologically.

The economists do not consider this issue in time. Our goal is to consider the development of this issue in time. Let us consider the whole process in dynamics and in time, and make optimization. Let us do the minimization $S_i(t) \geq 0$ in time t . The time may be fixed, and let us consider the minimum costs. This is possible when the state has favorable credits. Otherwise, if the financial opportunities are limited, we will have to meet this system at minimum expenses.

For the market economy, we must consider the structure of this system and must look at the pricing process. Pricing and turnover of money are formed in the market relations. In case of a crisis, people's purchasing ability $q_i(t)$ and demand $S_i(t)$ in monetary units are to be considered in the first place.

The real demand is determined as follows:

$$z_i(t) \begin{cases} S_i(t) & S_i(t) \leq q_i(t) \\ q_i(t) & \text{If } q_i(t) \leq S_i(t) \end{cases}$$

$\delta_i(t)$, demand for the i^{th} commodity is $\delta_i(t) = v_i(t)P_i(t) - z_i(t)$.

$v_i(t)P_i(t)$ is the satisfaction index.

The state must care of combining the real demand with the volume of production $\delta_i(t) > 0$; in case of a crisis, $S_i(t) < 0$, $t_0 \leq t \leq t_1$. In general, several conclusions can be made.

If the demand for goods in time interval t is not met and $z_i(t) = \alpha v_i(t)$, then the increased price of goods in this time period:

$$P_i(t) + \delta P_i(t) = \alpha$$

meeting the real demand, is constant.

If the demand is not met and does not change: $z_i(t) = \text{const}$, $t_0 \geq t \leq t_1$, then the increased price meeting the demand in the given time interval will be as follows:

$$P_i(t) + \delta P_i(t) = P_i(t_0) + \delta P_i(t_0) + \frac{c[v_i(t_0) - v_i(t)]}{v_i(t_0) \cdot V_i(t)}, \text{ and } \frac{c}{v_i(t_0)} \text{ determines the situation basically.}$$

This is a mathematical model and cannot be used by everyone. The model must be simpler [1] and must solve the set problem thoroughly. It is noteworthy that $P_i(z_i(t))$, but in fact $z_i(P_i(t))$. It must be studied for a private case. Let us classify the i^{th} commodity: N_i , $i = \overline{1..n}$. Each may have two indicators:

$$P_i(t), N_i, i = \overline{1..n} \quad t_0 \leq t \leq t_1$$

The case of balancing is also included, and the price falls to minimum.

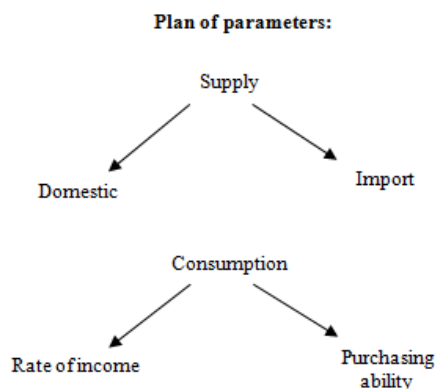
This model considers the correlation between the production and the consumer when

$$\delta_i(t) = 0$$

The experiments evidence that (1) the coefficient showing the consumption ability reduces as the price increases; (2) if the product price increases, the volume of production of this product increases. This works within a certain interval; (3) as the price increases, the consumption decreases (the number of potential consumers decreases); (4) the intersection point of the consumer and supplier's curves is the price; (5) when conditions (2) and (3) are rated, the income is constant.

The elements of the structure are as follows:

1. Consumption – Supply;
2. Price – Consumption;
3. Price – Income;
4. Demand – Income.



If the initial moment is $q(\tau_0) = \gamma$, $P(t) = \tilde{P}(t)$, $\tau_0 - \tau \leq t \leq \tau_0$ and $z(t) = \int_{\tau_0}^t z(s)ds$, for balancing the gained parameters must change after moment τ_0 , and for the optimal problem

$$\frac{dq}{dt} = (\alpha - \beta) + \gamma P(t) - \delta P(t - \tau)$$

the control class will reach its optimal value.

Let us study $P_i(z_i(t))$, while in fact $z_i(P_i(t))$. We must study it for a private case. Let us classify the i^{th} commodity: N_i , $i = \overline{1..n}$. Each may have two indicators:

$$P_i(t), N_i, i = \overline{1..n} \quad t_0 \geq t \leq t_1$$

The case of balancing is also included, and the price falls to minimum.

This model considers the correlation between the production and the consumer when $\delta_i(t) = 0$.

REFERENCES

1. B. Zhukovin, L. Kadagishvili, Macro-model of local system "Buyer – Seller". /Proceedings of the XIV International Symposium. - Tbilisi, 2000, pp. 110-113.

РЕЗЮМЕ

КИБЕРНЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ

Кадагишвили Л.Г.

Институт кибернетики им. В.В. Чавчанидзе Грузинского технического университета
Грузинская инженерная академия

В работе рассматривается процесс ценообразования с помощью кибернетической модели на статистическом уровне (экспериментальным наблюдением). Здесь главным является проблема поиска информации, более того – первоначальной информации, где главное – установление причин на момент исследования. Рассматриваются классический момент и отклонения от сбалансированного состояния. Исследуется процесс ценообразования, когда во-первых спрос удовлетворен, и во-вторых когда спрос не удовлетворен. Фактически, это поиск параметров.

Ключевые слова: ценообразование, кибернетическая модель, поставка, потребитель, оптимальная цена.

КЛАССИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ИССЛЕДОВАНИЮ УСТОЙЧИВОСТИ РЕГИОНАЛЬНЫХ ПРИРОДНО-ПРОМЫШЛЕННЫХ СИСТЕМ

Приходько С.Ю., Кахиани М.Р.

Донецкий национальный технический университет
Грузинский технический университет

Постановка проблемы.

Для режима неустойчивости природно-промышленных систем представляет интерес применение новых технологий для получения и ввода данных мониторинга природно-промышленной среды в базу прецедентов, синтез и оптимизация модели природно-промышленной системы, проверка ее адекватности и исследование на устойчивость [1].

Цель данной работы - определение значений некоторого положительного параметра β , который определяет динамику взаимодействия внешних и внутренних сил в безразмерной математической модели при которых в системе возможно нарушение энергетического баланса.

Материалы и обсуждение работы.

Наибольшему антропогенному и техногенному воздействию подвержены территории, где изменяются все взаимосвязанные компоненты системы. Одновременно с активизацией природных процессов начинают развиваться и неблагоприятные антропогенные (техногенные) процессы: гравитационные, геотермические, гидролитогенные, литогеодинамические, антропогенный литогенез.

В результате исследований выделенных территорий, помимо природных геоэкологических факторов, определяющих устойчивость системы к техногенным воздействиям, приходится выделять степень воздействий, влияющих на протекание естественных геологических и физических процессов в системе.

Процессы нарушенности и разрушений толщи горного массива сложных пород варьируются в широких пределах. Процессы разрушений зарождаются от места выработки, распространяются вверх. Нарушенность нижних слоёв распространяется и разрушается плитами, сплошными или несплошными пачками плит (рис. 1) [2].

Наблюдается расслоение достаточно мощных, прочных, жёстких слоёв. Причём слои разрушаются самостоятельно с учётом различающейся жёсткости (прочности, отличной от слоя к слою). Расслоение, характерная особенность разрушающейся толщи твёрдых пород, является закономерностью. Расслоение характеризуется прочностными свойствами, в которые входят жесткость, реакция на сдвиговые напряжения. Если силы связи слоёв по контактной поверхности велики, то расслоения не происходит, образуется единая плита.

Как при большой, так и при небольшой длине выработки процессы разрушения отличаются объёмом.

При изучении химических свойств углей выбросоопасных пластов сделана попытка квалификации углей по степени физико-механической нарушенности [3]. Представленные прочностные показатели, составляющие 0,4-0,9 МПа, на три-четыре порядка уступают показателям твёрдых тел. Это позволяет утверждать, что в исследуемых процессах горно-геологический массив подвергается сложному тектоническому влиянию, создающему наблюдаемую нарушенность. Выбросы проявляются в выработанных (надвиговых) нарушениях, причём участие тектонических нарушений в этих зонах в 2-3 раза выше [2].

В работе [4] делается предположение о действии потока механической энергии, с учётом всех дефектов, неоднородностей, входящих в поле горного давления. Следует заметить, что для несплошных сред (общепринятая термодинамика, созданная для закрытых систем, в реальных природных процессах таких не существует) необходимы обоснования, основанные на балансе втекающих и вытекающих потоков энергии.

Модель системы «угольный пласт-выработка» сводится к исследованию разрушающих процессов под действием потоков энергии, механического вмешательства, давления газа (фильтрационного), а также энергии перераспределённого горного давления от процессов

построения множества различных моделей, каждая из которых описывает лишь определенный аспект системы [1].

OBJ-объект дан с очевидностью различной формы и возможностью взаимодействия с иными различными формами; **STRS**-структура дана с очевидностью предсказуемого изменения взаимосвязи объектов; **SYS**-система с очевидностью предсказуемой функциональности поведения структуры; **НС**-надсистема с очевидностью различения возможной функциональности систем.

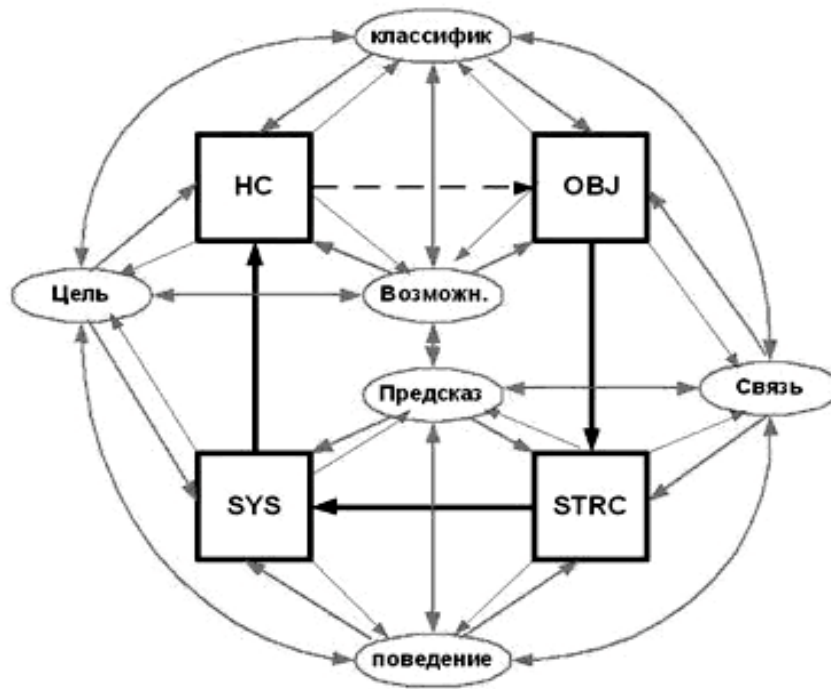


Рис.2. Модель природно-промышленной системы

Главным компонентом природно-промышленной системы, определяющим в целом ее динамику, является горный массив. В работе [5] рассмотрена математическая модель, описывающая поведение горного массива при воздействии на него массовых сил. Найденная зависимость между значением начальной энергии системы и поведением градиента вертикального смещения, а как следствие и самого вертикального смещения, позволяет получать информацию о поведении напряжений внутри горного массива. В таблице приведены результаты анализа энергетических состояний модели. $E(h(0))$ - начальная энергия системы,

$E^* = (c_1 C_0^{\beta+1})^{\frac{2}{1-\beta}}$; α – безразмерный положительный параметр характеризующий качественное поведение ускорения силы тяжести в горном массиве, ($0 < \alpha < 1$); $\int |\nabla h|^2 dx$ - градиент решения,

$$c_0 = \frac{t_0^2 \mu}{l^2 \rho}, c_1 = \frac{t_0^2 f_0}{h_0^2 (1-\alpha)} \left(\frac{h_0 g_0}{f_0} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}}, c_2 = \frac{t_0^2 \alpha a_s g_0}{h_0^2 (1-\alpha)} \left(\frac{h_0 g_0}{f_0} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}, \beta = \frac{\alpha}{1-\alpha}.$$

где t_0 - характерное время релаксации горного массива (с); l - характерный размер горного массива (м); h_0 - характерная амплитуда инверсионного подъема (м); f_0 - характерное значение среднего суммарного потенциала, определяющее геодинамику массива ($\text{м}^2/\text{с}^2$).

В любой из геотектонических гипотез должны быть четко определены силы, участвующие в перемещениях или преобразованиях масс в земной коре, и источник энергии, поддерживающий эти силы в течение определенного периода времени [9]. Модели горного массива, рассматриваемые при прогнозировании газодинамических явлений, основаны на детерминистическом причинном описании. Однако такое описание не всегда является адекватным. Главная причина этого состоит в том, что в макроскопических системах существование многих степеней свободы часто приводит к возникновению флуктуаций. После возникновения макроскопической флуктуации система ведет себя в соответствии с определенными феноменологическими законами. Флуктуации, хотя и являются измеримыми величинами, должны оставаться малыми по сравнению с макроскопическими величинами. Малые флуктуации при наличии критической точки усиливаются, достигают макроскопического уровня и переводят систему в новое состояние, т.е. приводят к возникновению новой фазы в системе. Для описания качественного поведения амплитуды вертикального смещения локальной области земной поверхности использовалась модель колебания упругой тонкой пластины под действием внешних массовых сил. Учитывая относительную локальность области, в которой рассматривается модель, можно пренебречь вращением Земли. В качестве внешних сил V_b рассматривается воздействие на земную поверхность комплекса экзогенных процессов и эрозионных волн, влияние долговременных тенденций изменения атмосферного давления, результаты гравитационного взаимодействия Земли с другими космическими телами (например, Солнцем, Луной) и т.п. В качестве внутренних сил V_i учитывается влияние вертикальных тектонических движений, возникающих как вследствие движения тектонических плит, так и в результате процессов физико-химической дифференциации вещества в недрах Земли. Получено модельное уравнение, которое учитывает зависимость амплитуды вертикального смещения a , следовательно, и напряжений на земной поверхности, от взаимодействия внешнего и внутреннего суммарных потенциалов. Была рассмотрена модель упругих деформаций земной коры, которая при условии сохранения объема в нутационной системе координат (нутационная система координат – система отсчёта, определенным образом связанная с инерциальной системой отсчёта) для амплитуды вертикального смещения принимает следующий вид [6-16]:

$$\frac{\partial^2 h}{\partial t^2} = \frac{\mu}{\rho} \Delta h + \frac{\partial f}{\partial h}, \quad (1)$$

где $h = h(t, x, y)$ – вертикальное смещение, зависящее от времени t и декартовых координат x, y ; $f = f(h) := V_b + V_i$ – сумма внешнего (V_b) и внутреннего (V_i) потенциалов, действующих на горный массив; μ - параметр Ламе (Па); ρ - плотность ($\text{кг}/\text{м}^3$); $\Delta = \partial^2/\partial x^2 + \partial^2/\partial y^2$ - оператор Лапласа.

Основной целью данной работы является определение значений некоторого положительного параметра β , который определяет динамику взаимодействия внешних и внутренних сил в безразмерной математической модели, при которых в системе возможно нарушение энергетического баланса.

Результаты анализа энергетического состояния системы

$E(h(0))$	$\int \nabla h ^2 dx$
$0 < \beta < 1$	
$E(h(0)) < E^* < 0$	Квалифицированная оценка сверху на любом фиксированном временном интервале
$E(h(0)) = E^*$	$\int \nabla h ^2 dx = (c_1 C_0^{\beta+1})^{\frac{2}{1-\beta}}$
$E^* < E(h(0)) < 0$	Универсальная двухсторонняя оценка сверху и снизу
$E(h(0)) \geq 0$	Универсальная оценка сверху
$\beta > 1$	
$E(h(0)) > 0$	Квалифицированная оценка сверху локальная по времени
$E(h(0)) \leq 0$	Универсальная оценка снизу и оценка сверху локальная по времени
$\beta = 1$	
$\chi > 0, E(h(0)) < 0$	Квалифицированная оценка сверху на любом фиксированном временном интервале
$\chi > 0, E(h(0)) = 0$	$\int \nabla h ^2 dx = 0$
$\chi > 0, E(h(0)) > 0$	Универсальная оценка сверху
$\chi < 0, E(h(0)) < 0$	Универсальная оценка снизу и квалифицированная оценка сверху на любом фиксированном временном интервале
$\chi < 0, E(h(0)) \geq 0$	Квалифицированная оценка сверху на любом фиксированном временном интервале

Выводы.

Разработка 3Д-варианта данной модели предполагает послойное задание краевых условий с учетом геологических и геофизических особенностей отдельных слоев горного массива.

При задании соответствующих геометрических параметров и краевых условий данную модель можно использовать при исследовании динамики горных массивов в любой области земного шара.

С позиций системного подхода особый интерес представляет разработка комплексных ГИС-проектов в сфере управления региональным природопользованием. При принятии управляющих решений часто приходится выполнять последовательные или параллельные вычислительные и аналитические операции одновременно в нескольких областях – производственной, экономической, социальной. При этом информационные потоки обычно привязаны к конкретным территориальным единицам. В этом случае они принимают форму территориально закрепленных банков данных, которые организуются в виде геоинформационных систем для каждой конкретной сферы деятельности. Подобные информационные потоки, как правило, должны пересекаться и дополнять друг друга, т.е. любое управляющее решение должно иметь комплексный и системный характер. При этом возникает достаточно сложная задача, когда необходимо разработать строго аргументированный и оптимальный алгоритм принятия управляющих решений, синтезирующий всю доступную информацию.

ЛИТЕРАТУРА

1. С.Ю. Приходько. Применение ГИС-технологий в системном анализе природной среды Донбасса. / Проблемы экологии. -Донецк: ДонНТУ, № 1-2, 2008, с.71-73.
2. А.А. Борисов. Механика горных пород и массивов. -М., Недра, 1980, 181 с.
3. Иванов Б.М., Фейт Г.Н., Яновская М.Ф. Механические и физико-химические свойства углей выбросопасных пластов. -М. Наука 1979, 195 с.

4. С.Ю. Приходько, Р.М. Таранец, С.А. Матвиенко. Новый подход к анализу поведения горного массива. Ученые записки Таврического национального университета им. В.И.Вернадского. //Научный журнал, т.22(61), География, Симферополь, 2009, сс.79-89.
5. А.В. Шестопапов. Самосборка атомов и молекул на острие растущей трещины глубоко под землей. //Сборник трудов 3-й международной конференции “Деформация и разрушение материалов и наноматериалов”. -М., 2009, т.1, сс.168-169.
6. Р.М. Таранец, В.А. Привалов, С.Ю. Приходько. Новый подход к оценке влияния внешних и внутренних сил на поведение горного массива. // Проблемы екології. -Донецьк: ДонНТУ, 2007, №1-2, сс.46-50.
7. Р.М.Таранец, В.А.Привалов, С.Ю.Приходько. Об одном из аспектов нелинейной геодинамики: влияние массовых сил на тектоническое поведение земной поверхности на примере Донецкого бассейна/ Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: “Гірничо-геологічна”. Випуск №6(125). -Донецьк, ДВНЗ ”ДонНТУ”, 2007, сс. 205-210.
8. С. Ю. Приходько, Р. М. Таранец. Исследование влияния внешних и внутренних сил на поведение горного массива. / Материалы 11-й международной конференции “Геоинформационные технологии в управлении территориальным развитием”, Ялта, 2008.
9. Ж.-Л. Лионс. Некоторые методы решения нелинейных краевых задач. -М.: Мир, 1972, 588 с.
10. I.E. Segal. The global Cauchy Problem for a relativistic scalar field with power interaction. // Bull. Soc. Math. France, 1963, vol. 91, pp.129-135.
11. С.С. Кутателадзе. Анализ подобия и физические модели. -Новосибирск: Наука, 1986, 295 с.
12. А.А.Гухман. Введение в теорию подобия. -М., Высшая школа, 1973, 296 с.
13. В.Г. Мазья. Пространства Соболева. -Л.,1985, 415 с.
14. К.Ф.Тяпкин. Физика Земли:Учебник. - К.: Вища шк., 1998, 312 с.
15. С.Ю. Приходько., Б.С.Панов. Новый подход к описанию геодинамической модели горного массива . / Доповіді і повідомлення 4-ї Міжнародної наукової конференції 21-25 квітня 2005 р. у м.Донецьку, сс. 139-141.
16. П. Мельхиор. Земные приливы. -М., Мир, 1968, 482 с.

SUMMARY

CLASSICAL APPROACH TO THE INVESTIGATION OF THE STABILITY OF REGIONAL NATURAL-INDUSTRIAL SYSTEMS

Prihod'ko S.Y. and Kakhiani M.R.

Donetsk National Technical University, Ukraine

Georgian Technical University

The paper deals with the concept of development of the theory of stability of regional natural-industrial systems. The concept is based on the systems approach to the consideration of the issue and the use of modern technologies for creating a regional database.

Keywords: regional natural-industrial systems, massif, mathematical model, energy of the system.

არასტაციონარული პროცესის მქსამერიმენტული გამოკვლევები
 ქ. ქუთაისის წყალმომარაგების სისტემის მილსადენის მახალითზე

ნამგალაძე დ.პ., მანდარია გ.გ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ქ. ქუთაისის ფარცხანაყანევის სათავე ნაგებობიდან, ხორციელდება მიწისქვეშა წყლის რესურსის ათვისება ჭაბურღილების მეშვეობით. კერძოდ, სათავე ნაგებობაზე ჯამში არსებული 36 ჭაბურღილის მეშვეობით, სათავე ნაგებობის მაქსიმალური წარმადობა მერყეობს სეზონურად 4600-5200 მ³/სთ-ს ფარგლებში. აღნიშნული ჭაბურღილებიდან წყალი შეედინება სათავე ნაგებობის ტერიტორიაზე არსებულ წყალშემკრებ მიწისქვეშა რკინა-ბეტონის რეზერვუარში, საიდანაც იკვებება ტერიტორიაზე არსებული წყალსაქანი სადგური.

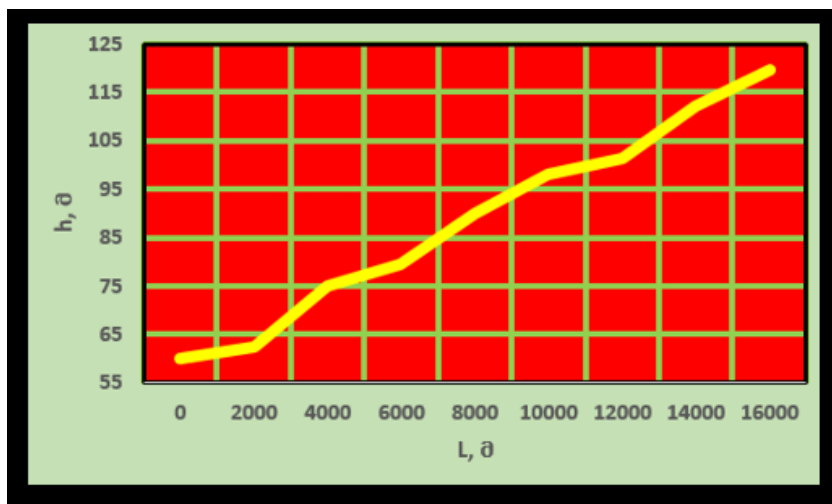
ტერიტორიაზე არსებულ წყალსაქან სადგურში ჯამში დამონტაჟებულია 6 სატუმბო-აგრეგატი მონაცემებით 1080 მ³/85 (Omega/Omega V^R -ს ანალოგი), ამ უკანასკნელიდან კი წყალი მაგისტრალური D=1200 მმ დიამეტრის მქონ ფოლადის მილით, საერთო სიგრძით L=16 000 მ. წყალი მიეწოდება ქვიტირის დასახლების მიმდებარე არსებულ წყალშემკრებ ავზს, რომელიც თავის მხრივ კვებავს იმავე ტერიტორიაზე არსებულ წყალსაქან სადგურს. ფარცხანაყანებიდან საშუალოდ გადატუმბული წყლის ხარჯი შეადგენს Q=4500 მ³/სთ.

მილსადენის პროფილი ნაჩვენებია ნახ. 1-ზე. აღნიშნული მილსადენზე დამონტაჟებულია ცენტრიდანული ტუმბო Omega/Omega V^R [1,2].

მილსადენისათვის გამოიყენება: მილის ფოლადი მარკით AISI 304 (The American Iron and Steel Institute), რომლის ანალოგია ფოლადის მარკა 10X18H10T და დრეკადობის მოდულია E_{st}=2,119·10¹¹ პა, წყლის მოდული - E_w=1,96·10⁹ პა; ბგერის სიჩქარე წყალში c=1425 მ/წმ; შესაბამისად მილის დიამეტრი და კედლის სისქეა D=1240 მმ და δ=18 მმ. ამიტომ, საბოლოოდ, დარტყმითი ტალღის სიჩქარისათვის გვექნება:

$$c = \frac{c_0}{\sqrt{1 + \frac{E_w D}{E_{st} \delta}}} = 1120 \text{ მ/წმ.}$$

ამგვარად, დროის ფაზა ტოლია $\tau = \frac{2L}{c} = 28,57 \text{ წმ.}$



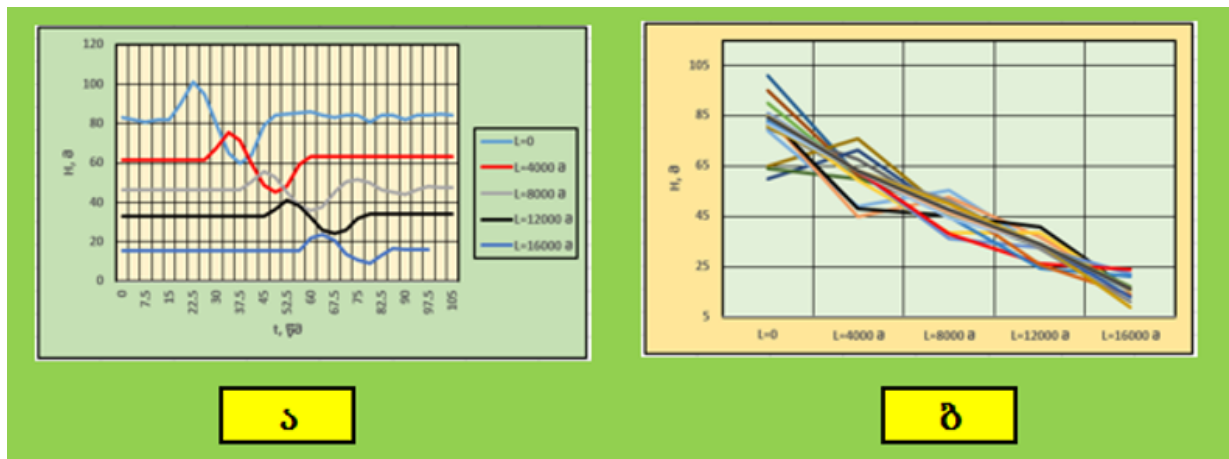
ნახ. 1. ფარცხანაყანევის სათავედან ქვიტირის წყალშემკრებ ავზამდე მილსადენის პროფილი

ექსპერიმენტში გამოიყენებოდა წნევის გამზომი ხელსაწყო Testo 314, რომლის დანიშნულებაცაა ჰიდრაულიკური რეჟიმების აღრიცხვა, წნევის ნახტომების რეგისტრირება და შესაძლო დაზიანების აღმოჩენა. ხელსაწყოს მუშაობა ეფუძნება წნევის ცვლილების პროპორციულ გარდაქმნას, ელექტრულ სიგნალად. კერძოდ, წნევის ცვლილებისას (სიჩქარით არაუმეტეს 0,5 ატ/წთ), მილსადენის შესასვლელი გადამწოდი, აფორმირებს ელექტრულ სიგნალს. შესასვლელი გადამწოდის დროის ინტერვალით, ელექტრული სიგნალი საზღვრავს ციფრულ მასივს და გადადის ელექტრონული ბლოკის კონტროლერში. შედეგების დამუშავება ეფარდება ზღვრულ მნიშვნელობებს.

განვიხილოთ ფარცხანაყანევის სათავედან ქვიტირიმდე მილსადენის არასტაციონარული პროცესის ნატურული ექსპერიმენტის შედეგები.

ნაშრომში განხილულია გარდამავალი პროცესის წნევის მნიშვნელობები, როგორც დროში, ასევე მილსადენის გასწვრივ. მიღებული წნევის ნაზრდის ანათვლები (საკვანძო წერტილებში) აღებულია შემდეგი ბიჯით: $\Delta t=3,75$ წმ; $\Delta x=4000$ მ.

ამგვარად, პირველადი ინფორმაცია პროცესის შესახებ მიღებულია და ნაჩვენებია ნახ. 2 (ა,ბ)-ზე ნაჩვენებია წნევის ნაზრდის გრაფიკები.

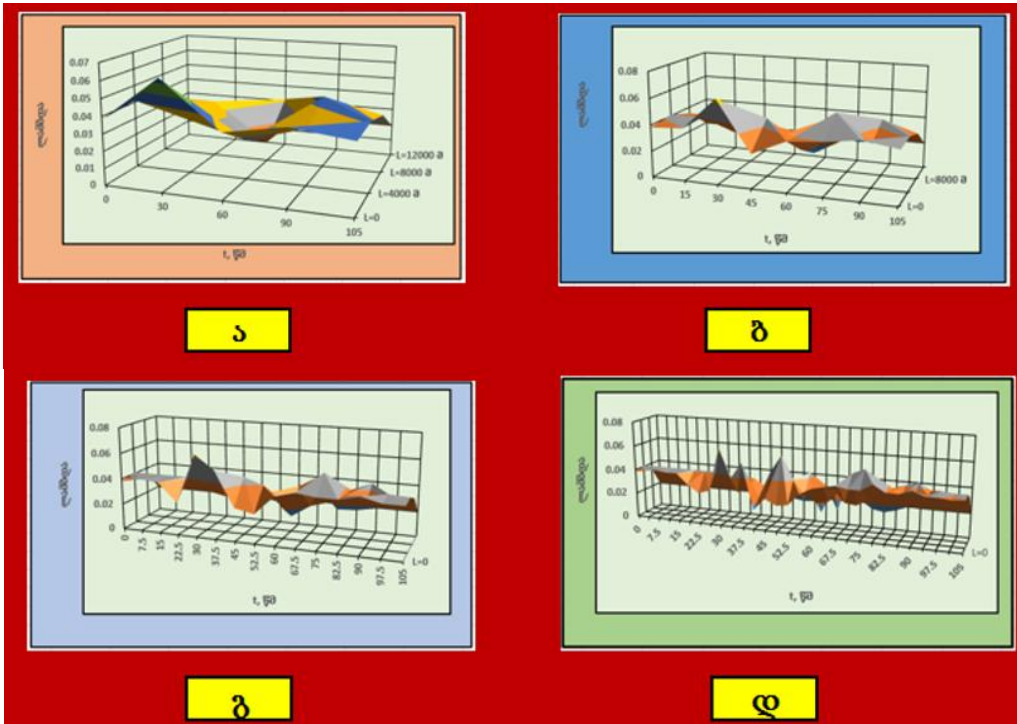


ნახ. 2. წნევის ნაზრდის გრაფიკები:

ა. გრაფიკები ფიქსირებულ ცოცხალ კვეთებში; ბ. გრაფიკები ფიქსირებულ დროის მომენტებში

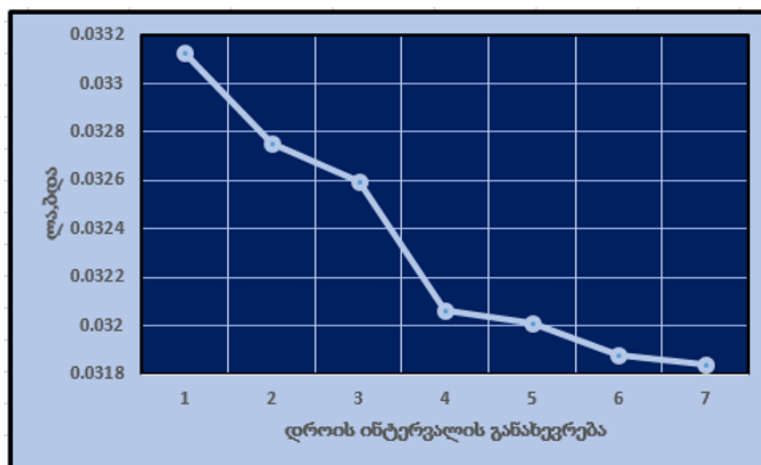
ნახ. 3(ა)-ზე ნაჩვენებია მილსადენის არასტაციონარული მოძრაობის წინააღმდეგობის კოეფიციენტის λ -ს დინამიკა (დროში და მილსადენის გასწვრივ). განხილულია მეთოდოლოგია, რომელიც ეფუძნება მოძრაობის ჰიდროდინამიკურ განტოლებებს, კუბურ სპლაინ-ფუნქციებს და რიცხვით გაანგარიშებებს [3].

ექსპერიმენტების რიცხვითი შემდგომი შედეგებად, მიღებულია არასტაციონარული მოძრაობის წინააღმდეგობის კოეფიციენტის შეფასება $\hat{\lambda}$, გარკვეული სიგრძის ბიჯის შესამცირებლად. ნახ. 3 (ბ,გ,დ)-ზე მოყვანილია $\hat{\lambda}$ -ს დინამიკური ზედაპირი.



ნახ. 3. არასტაციონარული პროცესის $\hat{\lambda}$ -ს ზედაპირების აგება.
 ა) $\Delta t_1 = 60$ წმ; ბ) $\Delta t_2 = 30$ წმ; გ) $\Delta t_3 = 15$ წმ; დ) $\Delta t_4 = 7,5$ წმ

განვიხილოთ $\hat{\lambda}$ -ს მნიშვნელობების შეფასება და განვსაზღვროთ სიგრძეზე წინააღმდეგობის კოეფიციენტის საშუალო მნიშვნელობა $\bar{\lambda}_i$. ნახ. 4-ზე ნაჩვენებია სიგრძეზე წინააღმდეგობის გაანგარიშებული კოეფიციენტის დინამიკის და შესაბამისი მისი ინტეგრალური დინამიკა (ნახ. 4). ექსპერიმენტში განვიხილეთ Δt_i ბიჯის განახევრება. მიღებული პროცესი (ნახ. 4) გვიჩვენებს $\bar{\lambda}_i$ -ს მისწრაფებას გარკვეული ზღვრული მნიშვნელობისათვის.



ნახ. 4. ინტეგრალური სიგრძეზე წინააღმდეგობის კოეფიციენტის დინამიკა, დროის განახევრული ბიჯით

ცხადია, რომ ექსპერიმენტის შედეგებისათვის გვაქვს მარტივი იტერაცია და პროცესი თანდათანობით მიიღწევა. მიღებული მეთოდის გვიხვენი სიგრძეზე წინააღმდეგობის კოეფიციენტის ზუსტ მნიშვნელობას, რაც მეტად მნიშვნელოვანია ჰიდროდინამიკური პროცესის მართვისას.

ლიტერატურა:

1. Насос Omrga/Omega V^R со спиральным корпусом и продольным разъемом.
<http://www.afcomp.ru/pdf/ksb/omega.pdf>
2. Насосы для воды горизонтальные двустороннего входа. <http://www.rimos.ru/catalog/pump/11332>
3. გ. მანდარია. მილსადენში არასტაციონარული პროცესის ჰიდრაულიკური კოეფიციენტის დადგენის რიცხვითი მეთოდის შემუშავება, პროცესის რეალიზაციების შესაბამისად. //ენერჯია, № 4, თბილისი, 2015.

SUMMARY

EXPERIMENTAL STUDY ON THE NONSTATIONARY PROCESS BY AN EXAMPLE OF THE WATER SUPPLY SYSTEM IN KUTAISI

Namgaladze D.P. and Mandaria G.G.

Georgian Technical University

The paper deals with the determination of the hydraulic resistance coefficient in the nonstationary process of the pipeline by the member function. The design of differential pressure of the nonstationary process is considered according to the member function in time and lengthwise. In the process of developing the design algorithm for a short term and short length, it is possible to define the assessment of a quasi-stationary hydraulic factor. For the experimental results, simple iteration was obtained, and the process gradually attenuated.

Keywords: water supply system, nonstationary process, hydraulic coefficient.

გაზგამანაწილებელი ქსელის მტყუნების საფრთხის დროში დინამიკის დადგენის მეთოდი შპს „ქაზტრანსგაზ-თბილისი“ მანაგერის მიერ

ნამგალაძე დ.პ., სანიკიძე გ.მ.

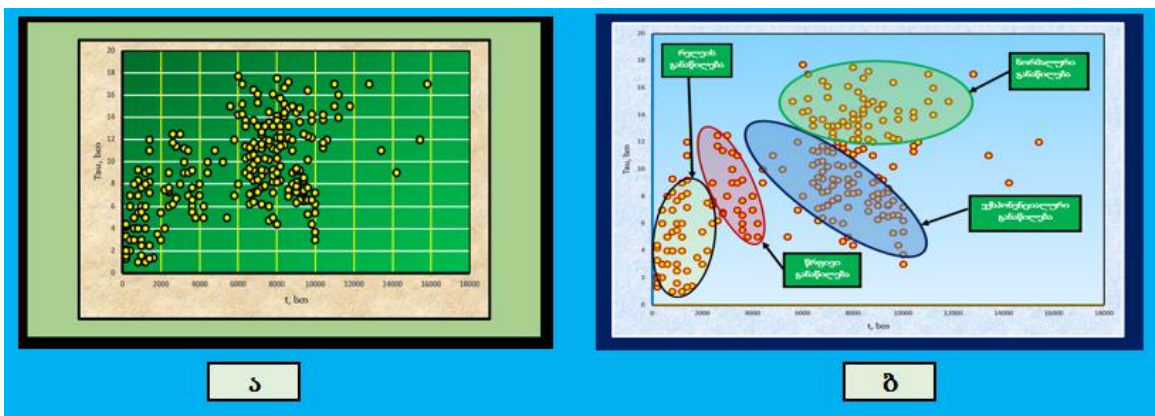
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

გაზგამანაწილებელი ქსელის ექსპლუატაციის მართვას განსაზღვრავს უმტყუნობა და ხანგამძლეობა. უმტყუნობა არის ქსელის პროდუქტის საანგარიშო პარამეტრებით (წნევა, ხარჯი, თვისება და ა.შ.) უწყვეტი მოწოდების თვისება და უნარჩუნებს ჰერმეტიკობას მოცემული დროის ინტერვალში. ხანგამძლეობა წარმოადგენს გაზგამანაწილებელი ქსელის მიერ ფუნქციის შესრულებას შესაძლო გამორთვებით რემონტების ჩატარებისას ზღვრულ მდგომარეობისას. უმტყუნობის რაოდენობრივი მახასიათებლები ეფუძნებიან უმტყუნო მუშაობის განაწილების ალბათობის ფუნქციაზე, რაც გვიჩვენებს რომ $[0, t]$ ინტერვალში გაზსადენის მტყუნების ალბათობა არ მოხდება და მას გააჩნია ნამუშევარი $X:F(t)=P(X>t)$.

განვიხილოთ შპს „ქაზტრანსგაზ-თბილისი“ ერთ-ერთი რაიონი და გარკვეული სრული ამონაკრები (ნახ. 1). აქ მიღებულია, რომ სრული ამონაკრები წარმოადგენს ელემენტის ნამუშევარის (მტყუნების დრო) მონაცემებს, გარკვეული დროის პერიოდის განმავლობაში და შესაძლოა, რომ ამონაკრებში იყოს იგივე, მაგრამ სხვადასხვა ქარხნული წარმოების ელემენტები (მაგალითად, ჭის დაზიანება) [1-4].

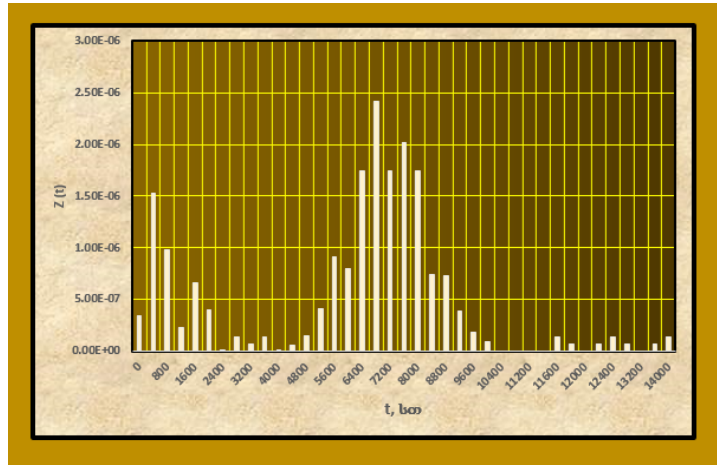
განვიხილოთ ოთხი ალბათობის განაწილების სიმკვრივის ფუნქციების ნარევი ფუნქციის დადგენა, რისთვისაც გავანალიზოთ მტყუნებების და აღდგენების სტატისტიკური ამონაკრები. მონაცემების დასამუშავებლად, ხელსაყრელია ჩატარდეს ჩვენს მიერ შემოთავაზებული მეთოდი, კერძოდ ფაზური სივრცის მეთოდი. ამ მეთოდის მიხედვით, თითოეულ ხდომილებას შეესაბამება კონკრეტული წერტილი კოორდინატებით t და τ (ნამუშევარის და აღდგენის დრო). მიღებული სურათის ინტერპრეტაცია ნაჩვენებია ნახ. 1 ა, ბ.

ნახ. 1-ზე აშკარად ნაჩვენებია ფაზური სივრცის გარკვეული ჯგუფები, რომლებიც ვიზუალურადაც კი ერთნაირ თვისებურ ჯგუფებს წარმოადგენენ (ილუსტრაციისათვის ჯგუფები გამოყოფილნი არიან ელიფსებური საზღვრებით). ამონაკრების ოთხი ჯგუფი გვაძლევს შემდეგ ალბათობის განაწილებას: რელის განაწილება, წრფივი განაწილება, ექსპონენციალური განაწილება და ნორმალური განაწილება.



ნახ. 1. ა) ფაზური სივრცის ილუსტრაცია; ბ) ფაზური სივრცის ინტერპრეტაცია

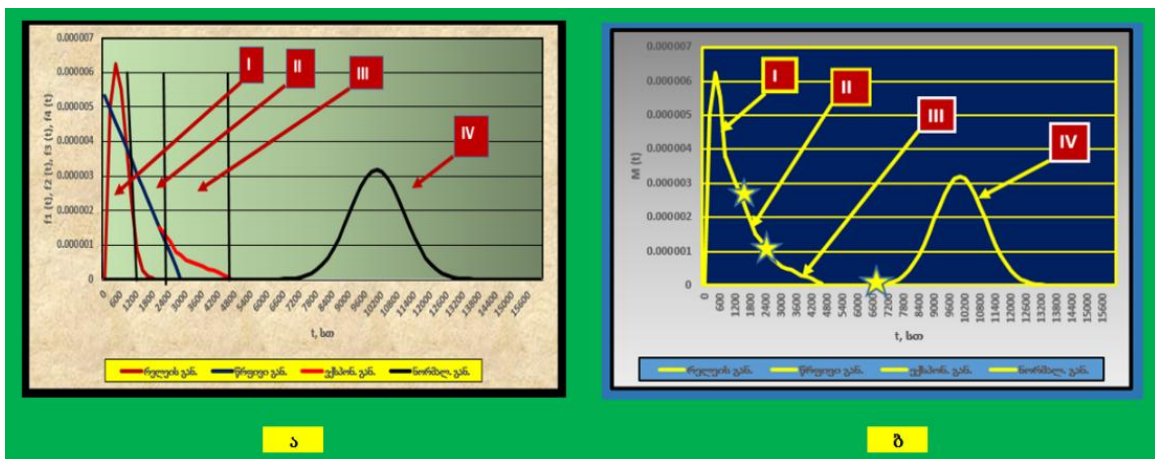
ვიზუალიზაციის შემდეგ, თითოეული ჯგუფებისათვის, განვიხილოთ ნამუშევარის ამონაკრების სრული ჰისტოგრამა (ნახ. 2).



ნახ. 2. სრული ამონაკრების ჰისტოგრამა

ჩავთვალოთ, რომ თითოეული ჯგუფისათვის, ფაზური სივრცის წერტილების შესაბამისად გვექნება $N_1=38$; $N_2=20$; $N_3=22$; $N_4=172$ (ე.ი. მტყუნებების რაოდენობა). ცხადია, რომ სრული ამონაკრებისათვის თითოეული ჯგუფისათვის გვექნება: $N=N_1+N_2+N_3=252$. ჩავატაროთ სტატისტიკური დამუშავება, კერძოდ დავადგინოთ თუ რის ტოლია ალბათობის განაწილების სიმკვრივის აპროქსიმაციის ფუნქციები. აღმოჩნდა, რომ გვექნება: I ჯგუფი - რელეის განაწილება; II ჯგუფი - წრფივი განაწილება; III ჯგუფი - ექსპონენციალური განაწილება; IV ჯგუფი - ნორმალური განაწილება (ნახ. 3,ა) და შესაბამისად სივრცე იყოფა შესაბამის საზღვრებად.

შესაბამისად, ამ განაწილების პარამეტრები შემდეგია: რელეის განაწილება - $\mu=512$ სთ; $B=409$; $\sigma=264$ სთ; წრფივი განაწილება - $\mu=B\sqrt{\frac{\pi}{2}}=1,253B=512$ სთ; $\sigma=B\sqrt{2-\frac{\pi}{2}}=0,6557B=264$ სთ; ექსპონენციალური განაწილება - $\lambda=0,00072$ სთ⁻¹; ნორმალური განაწილება - $\mu=10017$ სთ; $\sigma=1019$ სთ.

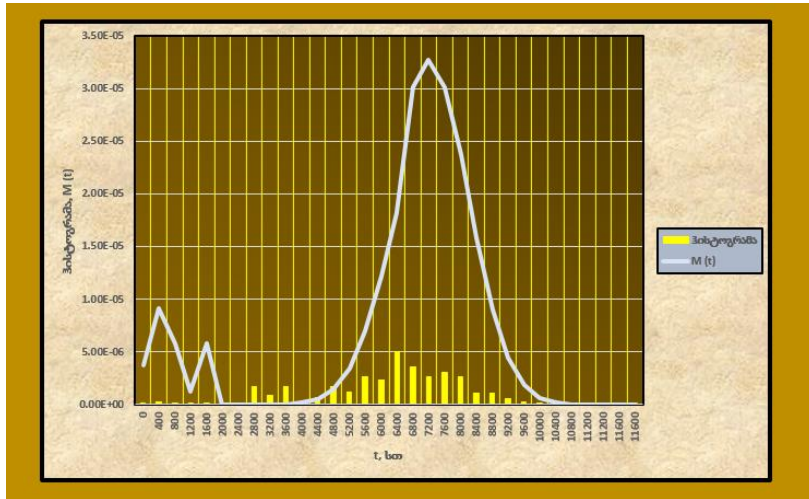


ნახ. 3. ა) ალბათობის განაწილების სიმკვრივის ფუნქციების დადგენა; ბ) საერთო ალბათობის განაწილების სიმკვრივის ფუნქცია $G(t)$

ნახ. 3,ბ-ზე ნაჩვენებია ალბათობის განაწილების სიმკვრივის ფუნქციების „დაჭრა“ ცალკეული მონაკვეთებისათვის და მათი „შეწებება“. საბოლოოდ მიიღება საერთო ალბათობის განაწილების სიმკვრივის ფუნქცია.

მოვასხდინოთ მიღებული ჰისტოგრამის და საერთო ალბათობის განაწილების სიმკვრივის ფუნქციის (ნახ. 4) ზედლება, გვექნება შემდეგი სურათი.

ცხადია, რომ მიღებული შედეგი, გვიჩვენებს უარყოფით დასკვნას. ამიტომ, განვიხილოთ ადრე განხილული სიმკვრივეთა ნარევის მეთოდი. ამ შემთხვევაში, ჯგუფების შესაბამისი წილები ტოლია: $w_1=0,151$; $w_2=0,079$; $w_3=0,087$; $w_4=0,683$. ცხადია, რომ გვექნება: $w = w_1 + w_2 + w_3 = 1$.



ნახ. 4. ჰისტოგრამის და საერთო ალბათობის განაწილების სიმკვრივის ფუნქციის $G(t)$ -ს ზედლება

ამგვარად, თუ ცნობილია განხილული ფუნქციები $f_1(t), f_2(t), f_3(t), f_4(t)$ და შესაბამისი წილები w_1, w_2, w_3, w_4 , მაშინ გვექნება ახალი ფუნქციები $g_1(t), g_2(t), g_3(t), g_4(t)$:

$$\begin{cases} g_1(t) = w_1 f_1(t); \\ g_2(t) = w_2 f_2(t); \\ g_3(t) = w_3 f_3(t); \\ g_4(t) = w_4 f_4(t). \end{cases} \quad (1)$$

საბოლოოდ, ჯამური საერთო ალბათობის განაწილების სიმკვრივის ფუნქცია $G(t)$, რომელიც წარმოადგენს განაწილების სიმკვრივეების ნარევს.

$$G(t) = w_1 f_1(t) + w_2 f_2(t) + w_3 f_3(t) + w_4 f_4(t). \quad (2)$$

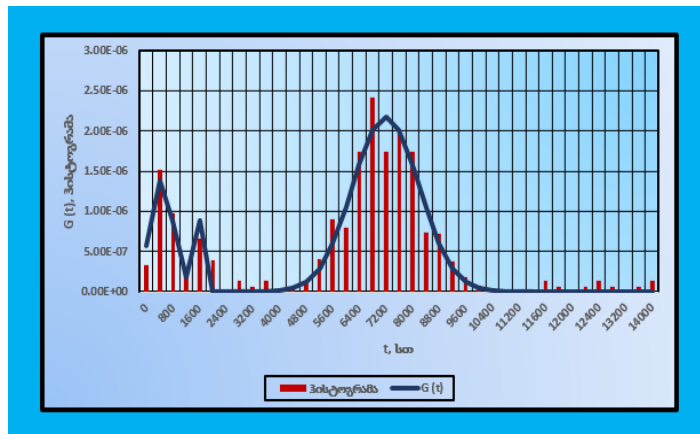
რადგანაც განაწილების სიმკვრივის ფუნქციები ტოლია

$$\begin{cases} f_1(t) = \frac{t}{B^2} e^{-\frac{t^2}{2B^2}}; \\ f_2(t) = \frac{2}{b} \left(1 - \frac{t}{b}\right); \\ f_3(t) = \lambda e^{-\lambda t}; \\ f_4(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}} \end{cases} \quad (3)$$

ამიტომ საბოლოოდ გვექნება:

$$G(t) = w_1 \frac{t}{B^2} e^{-\frac{t^2}{2B^2}} + w_2 \frac{2}{b} \left(1 - \frac{t}{b}\right) + w_3 \lambda e^{-\lambda t} + w_4 \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}}. \quad (4)$$

განგარიშების შედეგად მიღებულია ჰისტოგრამა და $G(t)$ განაწილების სიმკვრივეების ნარევის ფუნქცია. ანალოგიურად, ნახ. 5-ზე შესაბამისად ნაჩვენებია ჰისტოგრამა და $G(t)$ განაწილების სიმკვრივეების ნარევის ფუნქცია.



ნახ. 5. ჰისტოგრამა და $G(t)$ განაწილების სიმკვრივეების ნარევის ფუნქცია

ამგვარად, ჩვენს მიერ შემუშავებული მეთოდის თანახმად, მიღებული საერთო ალბათობის სიმკვრივის ფუნქცია (თავის შესაბამისი პიკებით) საშუალებას გვაძლევს დავადგინოთ პროცესის ნებისმიერი პარამეტრი. მიღებული მეთოდი გამოიყენება გაზგამანაწილებელი ქსელის პროცესის მართვაში, რის გამოც შესაძლოა პროცესის პროგნოზის დაზუსტება.

ლიტერატურა

1. Wang F.K. A new model with bathtub-shaped failure rate using an additive Bunt XII distribution. Reliability Engineering & System Safety. Vol. 70 (30, December, 2000. pp 305-312.
2. Олдендерфер М. С., Блэшфилд Р. К. Кластерный анализ/Факторный, дискриминантный и кластерный анализ: М.: Финансы и статистика, 1989. 215 с
3. Кластерный анализ. <http://www.statsoft.ru/home/textbook/modules/stcluan.html>
4. Назаров А.Л. Приближенные методы разделения смесей вероятностных распределений. Дисс. канд. физ.мат. 2013 г. <http://www.dissercat.com/content/priblizhennyye-metody-razdeleniya-smesci-veroyatnostnykh-raspredelenij>

SUMMARY

METHOD OF DETERMINATION OF THE DYNAMICS OF THE GAS DISTRIBUTION NETWORK FAILURE RISK IN TIME BY AN EXAMPLE OF KAZTRANSGAZ-TBILISI, LTD

Namgaladze D.P. and Sanikidze G.M.

Georgian Technical University

The management of the exploitation of the gas distribution network is defined by reliability and durability, while an important index of the network is the risk of failure. The paper discusses the failure of the dynamic system and the restoration time in the coordinate phase space. As a result there was obtained the density of the probability distribution mixture of the gas distribution network element based on which it is possible to define any parameter of the process and to manage the process of reliability.

Keywords: gas distribution network, failure, probability distribution, reliability.

ელექტრომომარაგების სისტემაში ელექტროენერგიის ხარისხის პრობლემის
ბაღაჟგვითის სამართაშორისო პრაქტიკის ანალიზი

მოვარელიშვილი გ.მ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

შესავალი

ელექტროენერგიის ხარისხის ამაღლებისა და კიდევ უფრო ზოგადი – ელექტრომომარაგების სისტემებში ელექტრომაგნიტური თავსებადობის უზრუნველყოფის პრობლემა მიეკუთვნება თანამედროვე ელექტროტექნიკის მნიშვნელოვან პრობლემებს. მათ გადაწყვეტაზე ბევრად არის დამოკიდებული ელექტრომომარაგების სისტემების სხვადასხვა დანიშნულების მომხმარებლების ელექტროენერგიის ეფექტურად გამოყენების ამაღლებისა და საიმედოობის უზრუნველყოფის პრობლემები.

ძირითადი ნაწილი

უკანასკნელ წლებში განსაკუთრებული აქტუალობა შეიძინა ელექტროენერგიის ხარისხის პრობლემამ დაბალი ძაბვის ელექტრულ ქსელებში. ეს პირველ რიგში თანამედროვე ელექტრომომარაგების სისტემებში გამოწვეულია ისეთი თანამედროვე ფართოდ გავრცელებული ელექტრომიმღებების მიერ, რომლებიც ცხადად და არსებითად ამახინჯებენ ქსელის ძაბვას. ასეთ ელექტრომიმღებებს მიეკუთვნება: შედუღების აპარატები, მმართველი ელექტროამძრავები, კომპიუტერული და სხვა ელექტრონული ტექნიკა. ამ მომხმარებლების მნიშვნელოვანი ნაწილი ქსელში გენერირებს უმაღლეს რიგის ჰარმონიკებს, რითაც სერიოზულად ამწვავებს ელექტროენერგიის ხარისხის სიტუაციას დაბალი ძაბვის ქსელებში.

- დაბალი ძაბვის ქსელებში ელექტროენერგიის ხარისხის ნორმების უზრუნველყოფისათვის ორგანიზაციულ-ტექნიკური ღონისძიებების ჩატარების ევროპული პრაქტიკა დაფუძნებულია საერთაშორისო ელექტროტექნიკური კომისიის (სეკ) შესაბამისი კონცეფციის პრინციპებზე. დაბალი ძაბვის ქსელებში ელექტრომაგნიტური თავსებადობის უზრუნველსაყოფად საერთაშორისო ელექტროტექნიკური კომისიის კონცეფცია გადმოცემულია IEC 61000-XX სერიის სტანდარტებსა და ტექნიკურ ანგარიშებში. ამ კონცეფციის ძირითადი დებულებები შემდეგში მდგომარეობს:

- ქსელებისათვის, რომლებშიც კონტროლდება დაბრკოლებათა ემისიის დონე, ძაბვის ხარისხის მაჩვენებლების ნორმები შეშფოთების თითოეული ტიპისათვის დადგენილია ელექტრომაგნიტური თავსებადობის დონის საფუძველზე, რომლებიც გამოიყენება დაბრკოლებათა და დაბრკოლება მდგრადი აპარატურის ემისიის დონის ნორმირების პროცესებში კოორდინაციისათვის;

- ელექტრომაგნიტური თავსებადობის დონისა და დაბალი ძაბვის ქსელების ტიპური პარამეტრების სიდიდეების საფუძველზე აპარატურის ცალკეული ერთეულისათვის, რომლებიც მოითხოვენ ფაზაზე 75 ამპერამდე დენს, სტანდარტებით დადგენილია დაბრკოლებათა ემისიის ზღვრული დონე;

- დაბალი ძაბვის ქსელთან არაწრფივი მომხმარებლის ჩართვა, რომლის ჯამური სიმძლავრე შეადგენს ქსელის მოკლედ შერთვის სიმძლავრის 0,1 %-ს, ხდება მხოლოდ დენის ჰარმონიკის ემისიის დონის ელექტრული ქსელის მესაკუთრესთან შეთანხმების განსაზღვრული პროცედურის დროს.

ამ კონცეფციის პირველმა ორმა დებულებამ თავიანთი ასახვა ჰპოვეს საერთაშორისო ევროპულ სტანდარტებში [1,2], ხოლო მომხმარებელთა ჩართვის პირობებს (მესამე დებულება), რომელიც შემოთავაზებულია საერთაშორისო ელექტროტექნიკური კომისიის ტექნიკურ ანგარიშში [3], აქვთ სარეკომენდაციო ხასიათი.

ძაბვის ჰარმონიკებისათვის ელექტრომაგნიტური თავსებადობის დონის კომპრომისული სიდიდის არჩევა განპირობებული იყო არა მხოლოდ დაბრკოლებათა ემისიისა და აპარატურის დაბრკოლებამდგრადობის დონის უზრუნველყოფის ტექნიკური შესაძლებლობით, არამედ დაკავშირებულია ეკონომიურ ფაქტორებთან. უნდა აღინიშნოს, რომ უმეტეს ელექტრომაგნიტური თავსებადობის უზრუნველყოფის

თემაზე არსებულ უმეტეს პუბლიკაციებში სრულიად გაუმართლებლად მთლიანად უგულვებელყოფილია შემოთავაზებული ტექნიკური ღონისძიებების ღირებულების შეფასება. ცხადია, რომ ქსელში ძაბვის ხარისხის დასაშვები დონე შეიძლება იყოს ოპტიმალური მისი შენარჩუნებაზე დახარჯული მატერიალური დანახარჯებისა და მოწყობილობის ნაადრევად მწყობრიდან გამოსვლით მიყენებული ზარალის ბალანსის დროს.

დაბალი ძაბვის ქსელში მომხმარებლებისაგან დაბრკოლებათა ემისიის მაქსიმალურად დასაშვები სიდიდის დადგენა ეკისრება მხოლოდ ეროვნულ „მომხმარებელთა ჩართვის პირობების“ დირექტივას და არ განიხილება ევროპული დირექტივებით.

ელექტრომაგნიტური თავსებადობის უზრუნველყოფისათვის საერთაშორისო ელექტროტექნიკური კომისიის კონცეფციის პრინციპების პრაქტიკაში რეალიზაციას შეიძლება მიყვეთ დიდი ბრიტანეთის ნორმატიულ – სამართლებრივი ბაზის მიხედვით, როგორც ყველაზე უფრო სრული და ბალანსირებული.

დიდ ბრიტანეთში მიღებულია არა მხოლოდ ეროვნული ტექნიკური რეგლამენტი ელექტრომაგნიტური თავსებადობისა და შესაბამისი ჰარმონიზირებული სტანდარტები დაბრკოლებათა ემისიის შესახებ, არამედ წარმოადგენენ „გამანაწილებელი ქსელების კოდექსის“ და „მომხმარებელთა ჩართვის პირობების“ [4] შემადგენელ ნაწილს.

მოცემული სამართლებრივი დოკუმენტი გამოიყენება ელექტროენერჯის მიწოდების შესახებ ხელშეკრულების შედგენის საფუძვლად, ხოლო ქსელთან მომხმარებლების ჩართვის პროცედურის ტექნიკური დეტალები და მომხმარებლის მიმართ კონკრეტული მოთხოვნები გადმოცემულია [5] საინჟინრო რეკომენდაციებში. ამ დოკუმენტში გადმოცემული მეთოდის თანახმად, დაბალი ძაბვის ქსელებთან არაწრფივი დატვირთვის მქონე მომხმარებლის მიერთება უნდა მოხდეს სამი ნებადამრთველი სქემიდან ერთერთით. პირველი (გამარტივებული) ნებადამრთველი სქემის მიხედვით ქსელთან მიერთების ნებართვა გაიცემა ელექტროქსელის მესაკუთრის მიერ დენის ჰარმონიკების ემისიის სიდიდის განსაზღვრის გარეშე შემდეგ შემთხვევებში:

1. თუ მომხმარებლის დატვირთვის ჯამური დენი ფაზაში არ აღემატება 16 ა, ხოლო თითოეული აპარატურის ერთეული შეესაბამება [2] სტანდარტის მოთხოვნებს.

2. თუ მომხმარებლის დატვირთვა არის ერთი ერთფაზა ან ერთი სამფაზა გარდამქმნელი, რომლის მიერ მოხმარებული დენი არ აღემატება ფაზაში 16 ა და გამოიყენება სამრეწველო მიზნებისათვის;

3. თუ მომხმარებლის დატვირთვის ჯამური დენი ფაზაში არ აღემატება 16 ა, ხოლო მომხმარებლის არაწრფივ დატვირთვას წარმოადგენს ან აპარატურის ერთი ერთეული, რომელიც მოცემული პარამეტრების მქონე ქსელისათვის აკმაყოფილებს [2] სტანდარტის მოთხოვნებს, ან აპარატურის ერთი ერთეული სიმძლავრით არაუმეტეს 12 კვა, რომელსაც გააჩნია სამფაზა ქსელური გამმართველი, ან ერთფაზა აპარატურის ერთი ერთეული სიმძლავრით 5 კვა, რომელიც გამოიყენება სამრეწველო მიზნებისათვის.

მოცემული გამარტივებული ნებადამრთველი სქემა არაწრფივი მომხმარებლის მცირე სიმძლავრის აპარატურისაგან არ მოითხოვს დენის ჰარმონიკების ემისიის ანალიზს და მასიური მომხმარებლებისაგან მაქსიმალურად ამარტივებს ქსელთან მიერთების პროცედურას, ხოლო ელექტრულ ქსელში ელექტრომაგნიტური თავსებადობის უზრუნველყოფის ფუნქცია ეკისრება მცირე სიმძლავრის აპარატურის მწარმოებლებსა და სახელმწიფო კონტროლის ორგანოებს დაბრკოლებათა ემისიის სტანდარტების დაცვისთვის.

დიდ ბრიტანეთში თუ მომხმარებლის დატვირთვის ჯამური დენი ერთ ფაზაში აღემატება 16 ა-ს და დატვირთვა მისი მიერთებისათვის ვერ პასუხობს გამარტივებული ნებადამრთველი სქემის მესამე პუქტს, მაშინ ამ შემთხვევაში მეორე ნებადამრთველი სქემის შესაბამისად მომხმარებელი მოვალეა ელექტრული ქსელის მესაკუთრეს წარუდგინოს ცნობა მისი აპარატურის მიერ მოხმარებული ჯამური დენის ჰარმონიული შემადგენლობის შესახებ, ხოლო ელექტრული ქსელის მესაკუთრემ ამ მონაცემების ანალიზის საფუძველზე უნდა მიიღოს გადაწყვეტილება ამ აპარატურის ქსელთან შესაძლო მიერთების შესახებ.

ამ დროს მიღებულია, რომ ქსელთან, რომელთაც გააჩნიათ 500 კვა სიმძლავრის ტრანსფორმატორები აქვთ უფლება ჩართონ არაუმეტეს ოთხი მძლავრი მომხმარებლისა, რომელთაგან თითოეულს აქვს დენის ჰარმონიკის ემისიის დონის თანაბარი კვოტები. ამიტომ თითოეული ასეთი მომხმარებლის დენის ჰარმონიკების ემისიის დონე არ უნდა აღემატებოდეს მთელი ქსელის დენის ჰარმონიკების ემისიის ჯამური დასაშვები დონის 25 %-ს.

საინჟინრო რეკომენდაციებით ცალკეული მძლავრი მომხმარებლისათვის დადგენილია დენის ჰარმონიკების დასაშვები მოქმედი მნიშვნელობები 50-ე ჰარმონიკის ჩათვლით [5].

ცხრილში მოყვანილია ეს მნიშვნელობები ამპერებში მეტერთმეტე ჰარმონიკის ჩათვლით.

ჰარმონიკების დასაშვები მოქმედი მნიშვნელობები 50-ე ჰარმონიკის ჩათვლით

I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	I ₆	I ₇	I ₈	I ₉	I ₁₀	I ₁₁
29	48	9	29	3	41	7	10	6	40

თუ მძლავრი მომხმარებლის აპარატურა არ შეესაბამება დენის ჰარმონიკების ემისიის სხენებულ ნორმებს (ცხრილი 1), მაშინ მისი მიერთება შესაძლებელია მესამე ნებადართველი სქემის შესაბამისად, რომელიც ითვალისწინებს კონკრეტული სქემის თავისებურებებს.

ამ დროს ელექტრული ქსელის მესაკუთრემ უნდა მიიღოს ქსელთან მიერთების გადაწყვეტილება მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როცა ანგარიში გვიჩვენებს, რომ დენის ჰარმონიკების ემისიის მოცემული დონის დროს, მოცემულ კონკრეტულ ქსელში ამ მომხმარებლის მიერთების შემდეგ არ აიწევს ძაბვის ჰარმონიკების დაგეგმილი დონე.

ელექტრული ქსელის მესაკუთრისაგან ქსელზე მიერთების ნებართვის მისაღებად მძლავრი დატვირთვის მომხმარებელმა უნდა ჩაატაროს საჭირო ტექნიკური ღონისძიებები დენის ჰარმონიკების ემისიის შესამცირებლად იმ დონემდე, რომელიც მოყვანილია [5] საინჟინრო რეკომენდაციებში, რომელსაც მიუთითებენ ბრიტანული „მომხმარებელთა მიერთების პირობები“. ამგვარად, დიდ ბრიტანეთში მძლავრი მომხმარებლის მიერთების დროს ელექტროქსელის მესაკუთრეს „გამანაწილებელი ქსელების კოდექსის“ საფუძველზე აქვს უფლება თითოეული მძლავრი მომხმარებლისათვის დაადგინოს დენის ჰარმონიკის დასაშვები ზღვრები, ხოლო დენის ჰარმონიკის ემისიის შეზღუდვისათვის ორგანიზაციულ-ტექნიკური ღონისძიების გატარება ევალება თვით ამ მომხმარებელს.

ელექტროენერჯის ხარისხის მონიტორინგის შედეგად, რომელიც ტარდება ევროკავშირის ქვეყნების გამანაწილებელ ქსელებში, სტაბილურად მტკიცდება ელექტროენერჯის პარამეტრების მოთხოვნილ ნორმებთან შესაბამისობა.

უნდა აღინიშნოს, რომ თუ ევროკავშირის ქვეყნებში დაბალი ძაბვის ქსელების ელექტრომომარაგების სისტემებში ძაბვის ჰარმონიკების შემცირების პრობლემა გადაწყვეტილია იმ ელექტრომოწოდების გაყიდვის კანონმდებლობითი აკრძალვის გზით, რომლებიც არ შეესაბამებიან [2] სტანდარტს. აშშ-ში ასეთი აკრძალვა ეხება მხოლოდ ლუმინესცენციური ნათურების გამშვებ-მარეგულირებელ აპარატურას, რომლებიც არ შეესაბამებიან [6] სტანდარტს. აშშ-ში საოფისე და საყოფაცხოვრებო აპარატურისათვის დენის ჰარმონიკების ემისიის ზღვრული ნორმები დადგენილი არ არის.

2000 წელს აშშ-ში იყო მცდელობა მოქმედებაში შეეყვანათ მოხმარებული დენის ჰარმონიკების შეზღუდვის სტანდარტი და ყველა აპარატურისათვის მაქსიმალური დასაშვები ზღვარი ყოფილიყო 15 %. მაგრამ საბოლოოდ არ იქნა მიღებული ეკონომიურად არამიზანშეწონილობის მიზნით [7]. აპარატურის თითოეული ერთეულისათვის დენის ჰარმონიკების ემისიის დონის შეზღუდვის მაგიერ აშშ-ში მოქმედებს სტანდარტი [8]. რომელიც ადგენს დენის ჰარმონიკების ნორმებს მთლიანად ელექტრომომარაგების სისტემების მომხმარებლებისათვის.

ასეთი მიდგომა გამოყენებადია მხოლოდ სამრეწველო დაწესებულებებისა და მსხვილი კომერციული ორგანიზაციებისთვის და მთლიანად გამოყენებულია საყოფაცხოვრებო სფეროსა და წვრილი სტრუქტურებისათვის, როცა შეუძლებელია გაკონტროლდეს დიდი რაოდენობის ინდივიდუალური მომხმარებლების მიერთება. მიუხედავად ამისა, აშშ-ს დაბალი ძაბვის ელექტრომომარაგების ქსელებში ელექტროენერჯის ხარისხის მონიტორინგმა აჩვენა, რომ ძაბვის ჰარმონიკების დონე არ აჭარბებს ელექტრომაგნიტური თავსებადობის დონეს. ეს მეტყველებს იმაზე, რომ აშშ-ში მოქმედებს ელექტრომაგნიტური თავსებადობის დონის უზრუნველყოფის უფრო ეფექტური მექანიზმი, ვიდრე აპარატურის დენის ჰარმონიკების ემისიის ნორმების მოქმედი სტანდარტი. მაგალითად, აშშ-ში და კანადაში ფართო გამოყენება ჰპოვეს ტრანსფორმატორული ტიპის დენის უმაღლესი ჰარმონიკების ჯგუფურმა პასიურმა ფილტრებმა [6]. მთელ რიგ შემთხვევებში მოცემული მეთოდი ეკონომიურად უფრო ეფექტურია, ვიდრე დიდი რაოდენობის აპარატურაზე ძვირადღირებული ინდივიდუალური კორექტორების დაყენება.

დასკვნა

ამრიგად, ელექტრომომარაგების სისტემებში ელექტროენერჯის ხარისხის პრობლემის გადაწყვეტის საერთაშორისო პრაქტიკის ანალიზმა გვიჩვენა, რომ ევროკავშირის ქვეყნებში ელექტროენერჯის ხარისხის პრობლემა წყდება საკანონმდებლო გზით. ევროპულ ელექტრომომარაგების ქსელებში მძლავრი მომხმარებლების მიერთების დროს ელექტრული ქსელის მესაკუთრეს „გამანაწილებელი ქსელის კოდექსის“ საფუძველზე უფლება აქვს თითოეული მძლავრი ელექტრომომხმარებლისათვის დაადგინოს დენის ჰარმონიკის ემისიის დასაშვები ნორმები, ხოლო მომხმარებელი ვალდებულია პირველ რიგში გაატაროს დენის ჰარმონიკების ემისიის შეზღუდვის ორგანიზაციულ-ტექნიკური ღონისძიებები.

ლიტერატურა

1. European Committee for Electrotechnical Standardization Electro-magnetic compatibility (EMC)-Part 2-2: environment; section 2: compatibility levels for low- frequency conducted disturbances and signalling in public low-voltage power supply systems. EN 61000-2-2: 1993.
2. European Committee for Electrotechnical Standardization. Electro-magnetic compatibility (EMC) –Part 3-2: Limits Limits for harmonic current emissions (equipment input current ≤ 16 A per phase). EN 61000-3-2: 2000.
3. IEC 61000-3-6:1996 Electromagnetic compatibility (EMC). Limits. Assessment of emission limits for distorting loads in MV and HV power systems. Basic EMC publication.
4. Левин М., Волков И.В., Пентегов И.В., Рымар С.В. Улучшение качества электроэнергии в электросетях крупных административных зданий. // Техн. электродинамика. Тем. вып. „Силовая электроника та энергоэффективность“. 2004, ч.1, сс.93-98.
5. Engineering recommendation G5/4-1. Planning levels for harmonic voltage distortion and the connection of non-linear loads to transmission systems and public electricity supply systems in the United Kingdom, 2005
6. For Lamp Ballasts High Frequency Fluorescent Lamp Ballasts -Supplements . American National Standard. ANSI C82.11 Consolidated-2002.
7. Draft Guide for Harmonic Limits for Single-Phase Equipment, P1495/D1, 28.01.2000.
8. IEEE Std 519-1992, “IEEE Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electric Power Systems,” © Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. 1993.

SUMMARY

THE ANALYSIS OF THE INTERNATIONAL PRACTICE FOR THE SOLUTION OF ELECTRIC POWER QUALITY PROBLEMS IN ELECTRIC SUPPLY SYSTEMS

Mtvarelishvili G.M.

Georgian Technical University

The analysis of the international practice for the solution of electric power quality problems in electric supply systems shows that electric power quality problems in the EU are solved by the EU legislative measures. In European electric supply systems the owner of the electricity network has right to determine the permissible limits of power harmonics emission for each powerful electric customer based on *Distribution Network Code*. The customer is obliged to take the organizational - technical measures for the limitation of power harmonics emission.

Keywords: electric supply system, distribution network, power harmonics.

ემსცინტრულ კუმშვაზე არაარმირებული ძვის წყობის მუშაობის შესაძლებლობა

ბაქანიძე შ.ტ., ზამბახიძე ლ.ი.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

1. შესავალი

ძველი არაარმირებული ქვისკედლიანი შენობების რეკონსტრუქციისას არის შემთხვევები, როცა შენობას შიგა სივრცის გაზრდის (ამაღლების მიზნით არსებულ უგამბრჯენო გადახურვებს ცვლიან გამბრჯენიანი გადახურვებით შემოჭვის გარეშე. ასეთ შემთხვევაში, გამბრჯენ ძალაზე ქვის წყობის მუშაობის გამორიცხვის მიზნით დებულობენ სპეციალურ კონსტრუქციულ გადაწყვეტებს გამბრჯენის მისაღებად: სვეტების მოწყობა, კედლის გაძლიერება არმატურის ბადეებით და შეღესვით, კედლების საიმედო ჩამაგრება მომიჯნავე სართულშუა გადახურვაში განივი კედლების ან ჩარჩოების მოწყობა ბიჯით არაუმეტეს 8მ, რასაც ითვალისწინებენ s_n და w და სხვა [1].

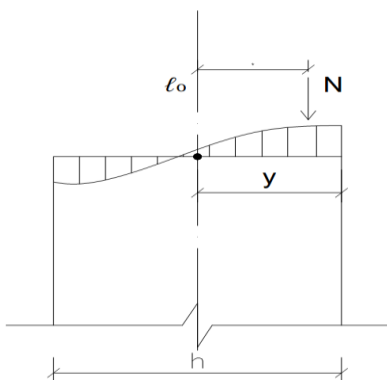
წინამდებარე ნაშრომის მიზანია გამბრჯენ ძალაზე ქვის წყობის მუშაობის შესაძლებლობის დადგენა. მიუხედავად მისი მწირი შესაძლებლობებისა სპეციალური გამბრჯენ-მიმღები კონსტრუქციების მოწყობის გარეშე.

ამ შემთხვევაში კედლებზე მასში ჩაანკერებული სარტყლის მოწყობა (თუ შენობას იგი არ გააჩნია) ცხადია, აუცილებელია.

2. ძირითადი ნაწილი

ცნობილია, რომ ქვის კონსტრუქციების შეკუმშული ელემენტების მზიდუნარიანობა დამოკიდებულია გრძივი ძალის ექსცენტრისიტეტზე e_0 [1]. იგი განპირობებულია გრძივი ძალის წინასწარ გათვალისწინებული (საანგარიშო) ან შემთხვევითი გადაადგილებით ელემენტის კვეთის სიმძიმის ცენტრის მიმართ, ხოლო თუ ელემენტი განიცდის ცენტრალურად მოდებული N ძალის და მღუნავი მომენტის M ზემოქმედებას, მაშინ $e_0 = M/N$.

არაარმირებულ წყობაში ექსცენტრისიტეტი არ უნდა აღემატებოდეს $0,9y$, სადაც y არის მანძილი კედლის კვეთის სიმძიმის ცენტრიდან მის შეკუმშულ წახნაგამდე (ნახ. 1).



ნახ. 1. ექსცენტრულად მოდებული გრძივი ძალა

არაცენტრალური კუმშვისას ქვის კონსტრუქციები იანგარიშება ფორმულით [2]:

$$N = m_g \phi_1 A_c R \omega \tag{1}$$

სადაც: R – წყობის საანგარიშო წინაღობა კუმშვაზე; A_c – არის კვეთის შეკუმშული ნაწილია ფართობი და გამოითვლება ფორმულით

$$A_c = (1 - 2l_0/h). \tag{2}$$

ω – ითვალისწინებს წყობის საანგარიშო წინაღობის ამალღებას და იაგნარიშება ფორმულით

$$\omega = 1 + l_0 / 2y \leq 1,45, \quad (3)$$

φ_1 – გრძივი ღუნვის კოეფიციენტი, რომელიც ტოლია

$$\varphi_1 = \varphi + \varphi_c / 2, \quad (4)$$

სადაც: φ – გრძივი ღუნვის კოეფიციენტი ცენტრალური კუმშვისას; φ_c – კვეთის შეკუმშული ნაწილის გრძივი ღუნვის კოეფიციენტი; m_g – შეკუმშული ელემენტების მზიდუნარიანობაზე მათი ჩაღუნვის გავლენის კოეფიციენტი (კედლებისათვის სისქით 30 სმ-ზე მეტი $m_g = 1$).

ქვის წყობის გაანგარიშება ჭრაზე.

ქვის წყობის წინაღობა ჭრაზე ჰორიზონტალურ ნაკერებში იანგარიშება შემადგენლის შეჯამებით: წინაღობისაგან უშუალოდ ჭრაზე R_{sq} და წყობის ხახუნისაგან ჰორიზონტალურ ნაკერზე, ფორმულით:

$$Q \leq (R_{sq} + 0,8n\mu\sigma_0)A, \quad (5)$$

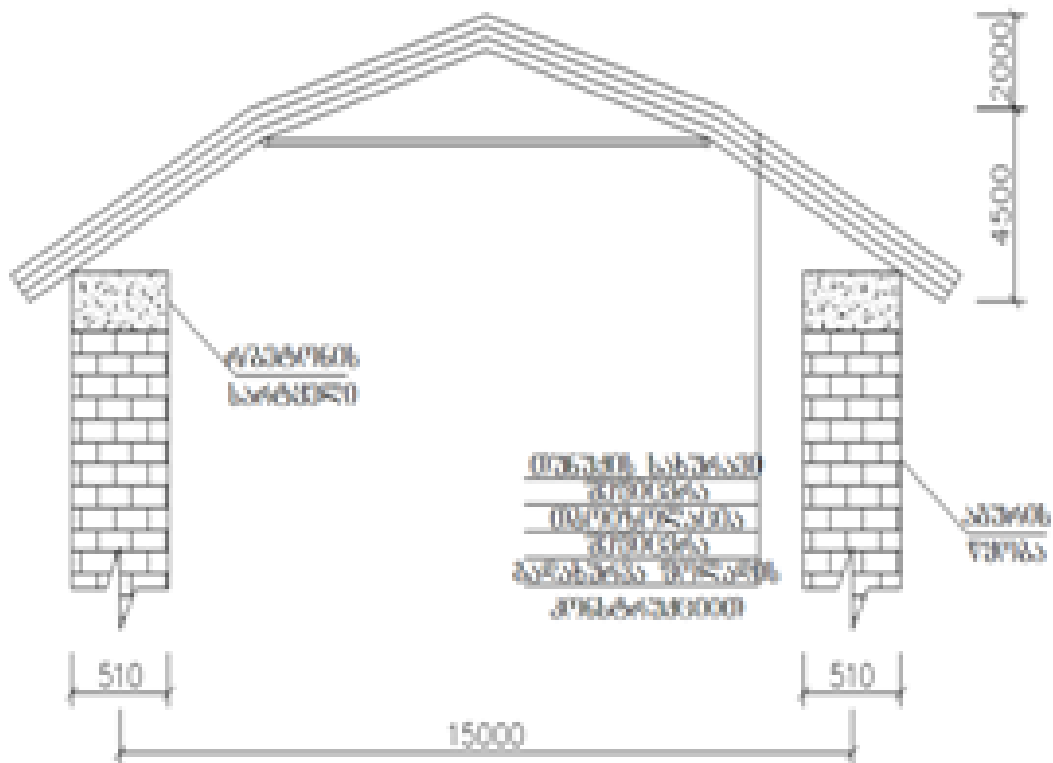
სადაც Q არის გადამჭრელი ძალა (ჩვენს შემთხვევაში გამბრჯენის სიდიდე); A – კვეთის საანგარიშო ფართობი; n – კოეფიციენტი, რომელიც ჩვეულებრივი აგურის წყობისათვის მიიღება 1; μ – ხახუნის კოეფიციენტი წყობის ნაკერზე ($\mu = 0,7$).

ქვემოთ გთავაზობთ გამბრჯენზე ქვის (აგურის) წყობის მუშაობის შესაძლებლობის გამოკვლევა, ორი რიცხვითი მაგალითის სახით.

მაგალითი 1. სარეკონსტრუქციო შენობის გადახურვა მოცემულია ნახაზზე 2.

საწყისი მონაცემები გაანგარიშებისათვის – დატვირთვები გადახურვის 1 მ²-ზე მიღებულია – 200 კგ/მ²; გადახურვის ფოლადის კონსტრუქციის ბიჯი – 3 მ; სართულის სიმაღლე – 3 მ;

გაანგარიშებას ვაწარმოებთ კედლის 1 გრძივი მეტრისათვის.



ნახ.2. შენობის ჭრილი

განგარიშება. გადახურვის კონსტრუქცია წარმოადგენს 2-ჯერ სტატიკურად ურკვევ სისტემას. მოცემული და ძირითადი სისტემები, აგრეთვე M და M_p ეპიურები მოცემულია ნახ. 3-ზე ($P=2,25$ ტ).

განგარიშებების შედეგად (ნაშრომში არ მოგვაქვს): $X_1=3,79$ ტ, $X_2=3,11$ ტ, საყრდენი რეაქციების ვერტიკალური მდგენელი $R_A=R_B=4,5$ ტ სარეკონსტრუქციო შენობის აგურის კედლის 1 გრძივი მეტრისათვის გამბრჯენის მნიშვნელობა ტოლი იქნება:

$$H = \frac{X_1}{3} = \frac{3,79}{3} = 1,26 \text{ ტ.}$$

მდუნავი მომენტის მნიშვნელობა კედლის ძირის დონეზე

$$M = 1,26 \cdot 3 = 3,78 \text{ ტ.მ.}$$

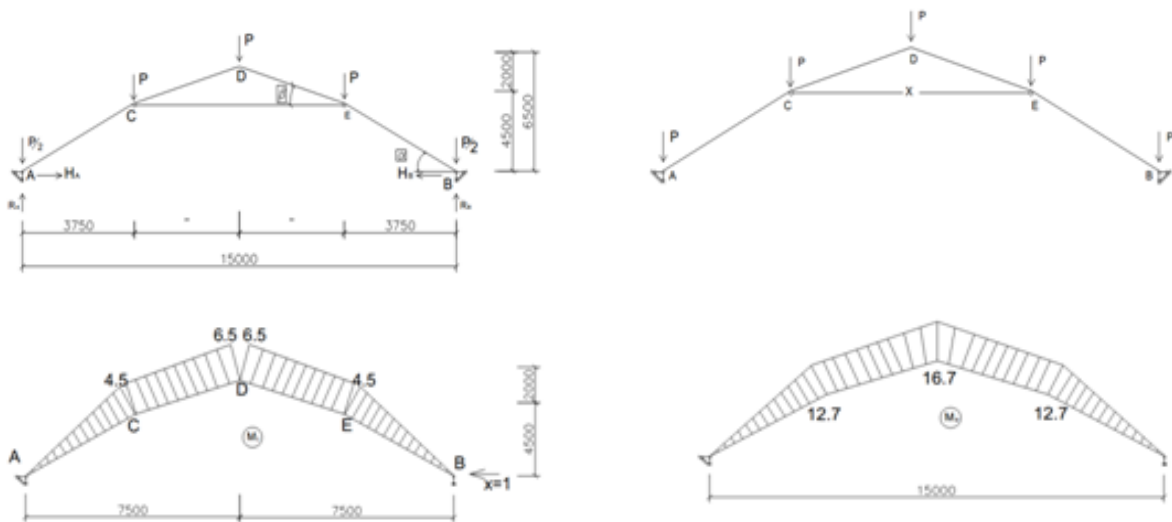
საყრდენი რეაქციების ვერტიკალური მდგენელები კედლის 1 გრძივი მეტრისათვის $R_A=R_B=\frac{4,5}{3}=1,5$ ტ; 1 გრძივი მეტრის კედლის მასაა $G=2,75$ ტ; გრძივი ძალის

მოღების ექსცენტრისიტეტი $e_0 = \frac{M}{H} = \frac{3,78}{4,25} = 0,89 \text{ მ} = 89 \text{ სმ}$; ექსცენტრისიტეტის

დასაშვები მაქსიმალური მნიშვნელობა $|e_0| = 0,9 \cdot y = 0,9 \cdot 25,5 = 22,5 \approx 23 \text{ სმ}$.

$$e_0 \gg |e_0|$$

განგარიშებას არ ვაგრძელებთ, რადგან არ დაკმაყოფილდა არაარმირებული აგურის წყობებისადმი წაყენებული მოთხოვნა ექსცენტრისიტეტის სიდიდის თაობაზე. აქედან გამომდინარე, აღვნიშნავთ, რომ შენობის მოცემული მალის, დატვირთვების და, რაც მთავარია, გადახურვის მზიდი კონსტრუქციის მოცემული სქემის პირობებში აღძრულ გამბრჯენ ძალაზე არაარმირებული აგურის წყობა ვერ იმუშავებს, თუ არ იქნა მიღებული აღნიშნული ძალის თავის თავზე ამღები რაიმე კონსტრუქციული გადაწყვეტა.



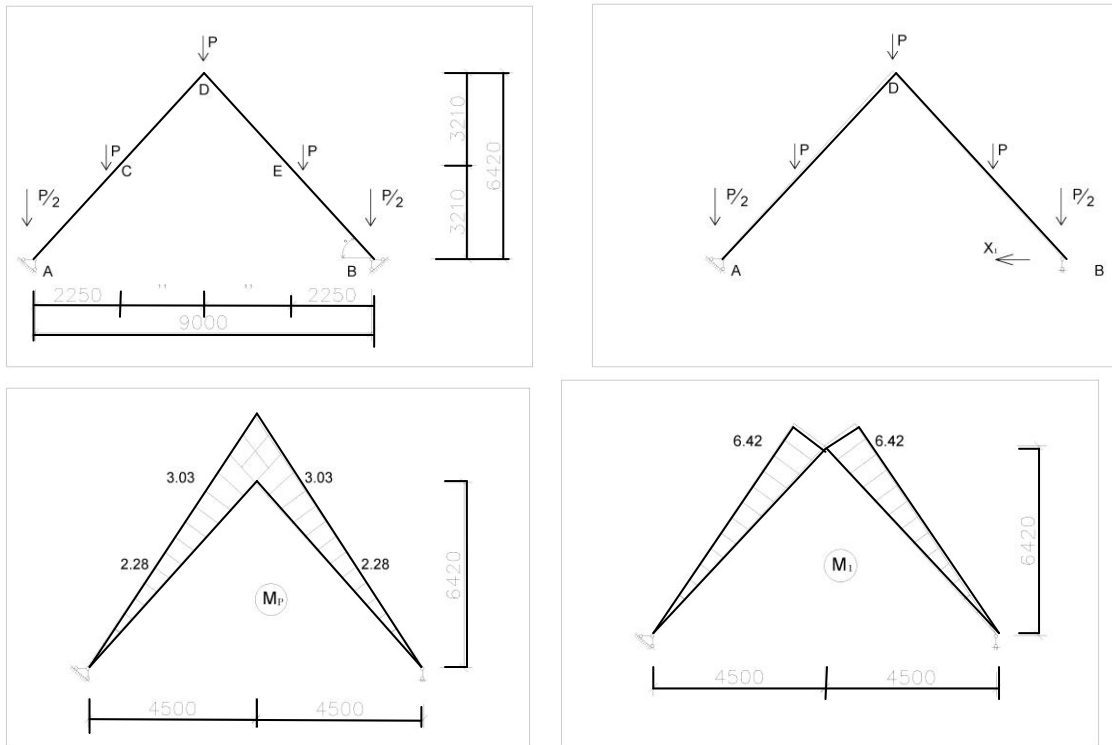
ნახ. 3. მოცემული და ძირითადი სისტემები. ეპიურები M და M_p

მაგალითი 2. გავითვალისწინოთ რა წინა მაგალითს განგარიშების შედეგები გამბრჯენის მნიშვნელობის შემცირების მიზნით შევცვალოთ საწყისი მონაცემები, კერძოდ, შენობის მალი მივიღოთ 9 მ, დატვირთვა გადახურვაზე – 100 კგ/მ² და გავზარდოთ გადახურვის მზიდი კონსტრუქციის დახრის კუთხე ($\alpha = 55^\circ$). სისტემა არის სტატიკურად ერთხელ ურკვევი.

მოცემული და ძირითადი სისტემები, აგრეთვე M და M_p ეპიურები ნახ. 4.

$$P = 0,765 \text{ ტ}; V_A = V_B = 1,35 \text{ ტ. განგარიშების შედეგად } X_1 = 0,54.$$

კედლის ერთ გრძივ მეტრზე გამბრჯენი მნიშვნელობა $H = \frac{X_1}{3} = \frac{0,54}{3} = 0,18$ ტ.
 მღუნავი მომენტი კედლის ძირში $M = 0,18 \cdot 3 = 0,54$ ტ.მ.



ნახ. 4.

საყრდენი რეაქციების ვერტიკალური მდგენელი კედლის 1 გრძივ მეტრზე

$$V = \frac{1,35}{3} = 0,45 \text{ ტ.}$$

კედლის 1 გრ მეტრის მასაა $G_1 = 2,75$ ტ (მაგალითი 1); ჯამური ვერტიკალური დატვირთვა: $N = 0,45 + 2,75 = 3,2$ ტ; გრძივი ძალის მოდების ექსცენტრისიტეტი

$$e_0 = \frac{M}{N} = \frac{0,54}{3,2} = 0,687 \text{ მ} \approx 16,9 \text{ სმ} < |e| = 0,9y = 0,9 \cdot 25,5 = 23 \text{ სმ.}$$

აღნიშნული პირობის შესრულება საკმარისი არ არის. საჭიროა კედლის შემოწმება მზიდუნარიანობაზე, დაბვებზე და ჭრაზე.

შევამოწმოთ პირობა, რომელიც მოცემულია (1) გამოსახულებაში: $N = 3,2$ ტ; $h = 0,51$ მ; $b = 1,0$ მ; $A = 0,51 \cdot 1 = 0,51$ მ²; $A_c = 0,51(1 - 2 \cdot 0,169/0,51) = 0,172$; $\omega = 1 + 0,169/2 \cdot 0,255 = 1,33 < 1,45$ $\phi_1 = 0,51 + 0,45/2 = 0,835$; $m_g = 1$; $R = 1,5$ მპა = 15 კგ/სმ² = 150 ტ/მ² (აგურისათვის M-100 და დუღაბისათვის M-50); $m_g \phi_1 A_c R \omega = 1 \cdot 0,835 \cdot 0,172 \cdot 150 \cdot 1,33 = 28,65$ ტ $> N = 3,2$ ტ.

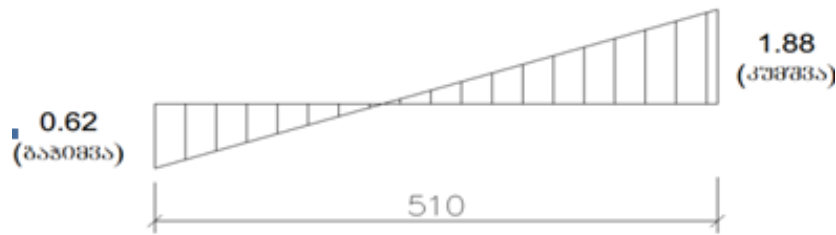
კვეთში დაბვების შემოწმება

$$\sigma = \frac{N}{A} \pm \frac{M}{W} = \frac{3,2}{0,51} \pm \frac{0,54 \cdot 6}{1 \cdot 0,51^2} = (6,27 \pm 12,46) \text{ ტ/მ}^2;$$

$$\sigma_{\text{მ.ს.}} = 1,88 \text{ კგ/სმ}^2; \sigma_{\text{მ.ბ.}} = -0,52 \text{ კგ/სმ}^2 \text{ (გაჭიმვა).}$$

$$0,62 \text{ კგ/სმ}^2 < R_{\text{გაჭ.}} = 1,2 \text{ კგ/სმ}^2 \text{ (დუღაბებისათვის } M \geq 50).$$

კვეთში დაბვების ეპიურა მოცემულია ნახაზზე 5.



ნახ. 5. კედლის გაანგარიშება ჭრახე

მონაცემები გაანგარიშებისათვის: $Q = 0,18$ ტ; $R_{sq} = 0,16$ მპა = $1,6$ კგ/სმ² (დუღობის მარკისას $M \geq 50$); $n = 1$; $\mu = 0,7$; $A = 0,51 \cdot 1 = 0,51$ მ²; $\sigma_0 = \frac{1,88}{2} = 0,94$ კგ/სმ².

შევიტანოთ აღნიშნული მონაცემები (5) გამოსახულებაში:
 $(R_{sq} + 0,8n\mu\sigma_0) \cdot A = (1,6 + 0,8 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 0,94) \cdot 5100 = 1,080$ კგ = $1,08$ ტ > $Q = 0,18$ ტ

დასკვნა

ქვის შენობების არაარმირებულ კედლებზე, გადახურებიდან გამბრჯენის მოქმედებისას, საჭიროა სპეციალური გამბრჯენმიმღები კონსტრუქციული ღონისძიებების გატარება, თუმცა მცირე მძაღებისა და დატვირთვების შემთხვევაში, გადახურვის მზიდი კონსტრუქციის სათანადო გეომეტრიული სქემის შერჩევის გზით, აღნიშნული კედლების მუშაობა მცირე სიდიდის გამბრჯენ ძალებზე შესაძლებელია.

ლიტერატურა

1. СНиП II-22-81. Каменные и армокаменные конструкции. -М.: 1995, 80 с.
2. Зайцев Ю.В., Промыслов В.Ф. Строительные конструкции. -М.: Стройиздат, 1985, 278 с.

SUMMARY

THE POSSIBILITY OF WORK OF UNREINFORCED MASONRY ON ECCENTRIC COMPRESSION Bakanidze Sh.T. and Zambakhidze L.I.

Georgian Technical University

A possibility of work of the unreinforced walls of masonry buildings on the load of crossbar constructions of the ceiling is considered. It was established that, at small load and span, it is possible to use unreinforced masonry by choosing the appropriate geometric design of the ceiling.

Keywords: unreinforced masonry, eccentric compression, crossbar load, ceiling, geometric design.

შენობების დინამიკური კომფორტულობა ქარის ზემოქმედებისას

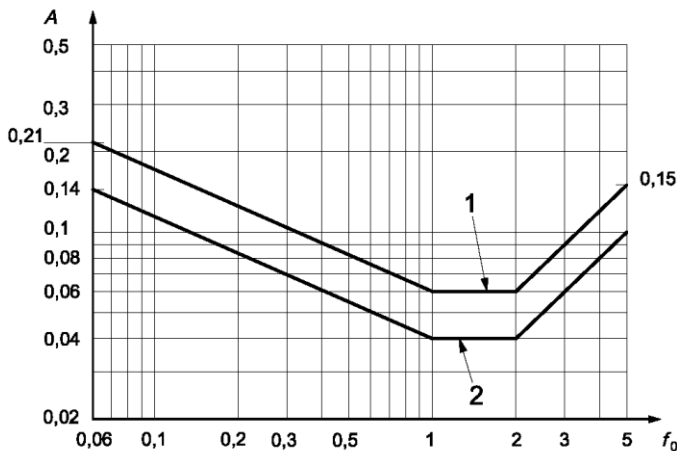
ურუშაძე ი.გ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

მაღლივ შენობებზე, მათი დიდი მოქნილობის გამო შედარებით დიდ ზეგავლენას ახდენს ქარის დატვირთვა, რომლის გათვალისწინება აუცილებელია. შენობებზე მოქმედი ორი ძირითადი დინამიკური ზემოქმედებიდან (მიწისძვრა, ქარი), საჭიროა შეირჩეს უდიდესი. აღნიშნული განსაზღვრულია, როგორც საქართველოში მოქმედი ნორმით [1], ასევე საერთაშორისო და ევროპული სტანდარტით [1-4]. სეისმურ ზემოქმედებაზე არ ხდება შენობის დინამიკური კომფორტულობის გამოთვლა, მათი მცირე განმეორებადობის გამო. ქარის დატვირთვა უფრო ხშირია და მეტად მნიშვნელოვანია მაღლივი შენობებისთვის, განსაკუთრებით აეროდინამიკურად რთული ან არახელსაყრელი ფორმის ფასადისთვის.

მაღლივი შენობის (100 მ-ზე მაღალი) რხევის პერიოდი ხშირად სცდება 3-4 წმ-ს რის გამოც მცირდება სეისმური ზემოქმედების ეფექტი (დინამიკური კოეფიციენტის შემცირების გამო), და იზრდება ქარის დატვირთვის მნიშვნელობა. შედარებით დაბალი შენობებისთვის (60 მ-მდე) შესაძლოა მისი სიხისტეზე ნაკლებ გავლენას ახდენდეს ქარის ზემოქმედება (არ იწვევდეს კონსტრუქციულ ელემენტებში დიდ ძაღვებს), მაგრამ მეორე ზღვრული მდგომარეობისთვის ქარის ზემოქმედება დიდია და აუცილებელია მისი გათვალისწინება. ქარის აჩქარება მოქმედებს არა მხოლოდ მაცხოვრებელთა კომფორტზე, არამედ დანადგარებსა და მოწყობილობებზე. მაგალითად შესაძლებელია მოხდეს თანამდეროვე ლიფტების მუშაობის შეფერხება ძლიერ ქარში, რადგან ისინი ჩერდება სართულის დიდი აჩქარების შემთხვევაში (ლიფტზე დამონტაჟებული სენსორი რეაგირებს აჩქარებაზე, რათა გათიშოს ლიფტი მიწისძვრის დროს).

საქართველოში მოქმედი ნორმის (СНП 2.01.07-85*) შესაბამისად, 40მ-ზე მაღალი შენობები საჭიროა გაანგარიშდეს ქარის პულსაციურ მდგენელზე, [1] და შესაბამისად გამოითვალოს დინამიკური კომფორტულობა (აჩქარება). აღნიშნული ნორმა ასევე ადგენს ქარის დატვირთვით მიღებულ მაქსიმალურ აჩქარების კრიტერიუმს ბოლო სართულისთვის - 0,08 მ/წმ² [1]. დინამური ანგარიში შესაძლებელია განხორციელდეს სასრულ ელემენტთა მეთოდით პროგრამა Lira ან Scad-ის გამოყენებით, ისინი იძლევა ქარის აჩქარებას კვანძებში სხვადასხვა რხევის ფორმებისთვის. მნიშვნელოვანია რხევის ის ფორმა, რომლის მიმართულებითაც ხდება ქარის დატვირთვის გათვალისწინება ასეთ შემთხვევაში, საანგარიშო ქარის დატვირთვა $W_c=0,5W_p$ და ქარის სიჩქარე 15 წლიანი განმეორებადობით [1].



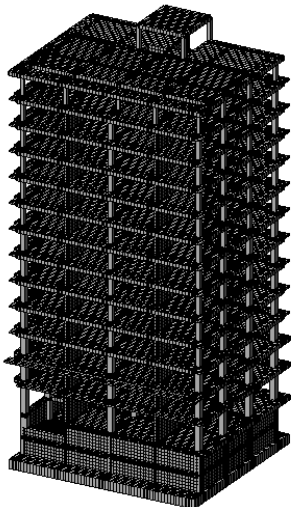
ნახ.1. გადახურვის ფილაზე მაქსიმალური აჩქარების გრაფიკი

საერთაშორისო სტანდარტით ISO 4354 შენობის ანგარიშისას ხდება ქარის აჩქარების განსაზღვრა, [2] ქარის მიმართულებით, ქარის მართობულად და გრეხითი ზემოქმედებისას, რომელიც საჭიროა აკმაყოფილებდეს ISO 10137-ის კრიტერიუმს. აღნიშნული დოკუმენტის მიხედვით, მაქსიმალური აჩქარება გადახურვის ფილაზე არ უნდა აღემატებოდეს ნახ.1-ზე (გრაფიკი 1) მოცემულს [3]:

მრუდზე მოცემულია მაქსიმალური აჩქარება $A - მ/წმ^2$. საპროექტო შენობის რხევის პერიოდი f_0 - ჰერცი. მრუდი №1 - კრიტერიუმი საოფისე შენობებისთვის, მრუდი №2 - კრიტერიუმი საცხოვრებელი შენობებისთვის (აჩქარება უნდა გამოითვალოს ქარის დატვირთვაზე 1 წლიანი განმეორებადობით).

ევროკოდის გამოყენებით, შენობების გაანგარიშებისას, ქარის აჩქარება ითვლება დანართი B.4-ს შესაბამისად [4], აღნიშნული მეთოდიკა უფრო ახლოსაა საერთაშორისო სტანდარტთან. ევროკოდი არ იძლევა კონკრეტულ რეკომენდაციას ქარის ზღვრულ აჩქარებებზე, საჭიროა ვისარგებლოთ საერთაშორისო სტანდარტით ISO 10137 [3]. განსხვავებით საქართველოში მოქმედი ნორმისა, ევროკოდი არ ითვალისწინებს ქარის პულსაციურ მდგენელს, შენობის და ქარის დინამიკური ფაქტორი გათვალისწინებულია სტრუქტურულ ფაქტორში $c_s c_a$. იგი ითვალისწინებს გარემოს, რეზონანსულ და მოდალურ ფაქტორებს.

მაქსიმალურად ზუსტ შედეგს იძლევა შენობების გაანგარიშება აეროდინამიკურ მილში. ასეთი ცდა არ მოითხოვება საქართველოში მოქმედი ნორმით, გამოცდა სავალდებულოა მხოლოდ ხიდებისთვის, რათა მოხდეს თრთოლვის ეფექტის გათვალისწინება, რაც განსაზღვრულია შესაბამისი ნორმით [6]. ევროკოდი და საერთაშორისო სტანდარტი იძლევა ანალიტიკურ ფორმულებს 200 მ-მდე შენობებისთვის, შესაბამისად უფრო მაღალი შენობისთვის აუცილებელი ხდება აეროდინამიკური გამოცდა, რადგან ნორმა არ იძლევა ქარის დატვირთვის მონაცემს მაღალ სიმაღლეზე. რთული რელიეფის და ქალაქის დაბალი ან რთული განაშენიანობის პირობებში რეკომენდებულია აეროდინამიკური ტესტი. ასეთი ტესტი იძლევა არა მხოლოდ ქარის დატვირთვის ზუსტ მნიშვნელობებს, არამედ შენობის ბოლო სართულის ზუსტ აჩქარებას. აეროდინამიკურ მილში შენობის გაანგარიშების ნორმები მოცემულია ISO 4354 [2].



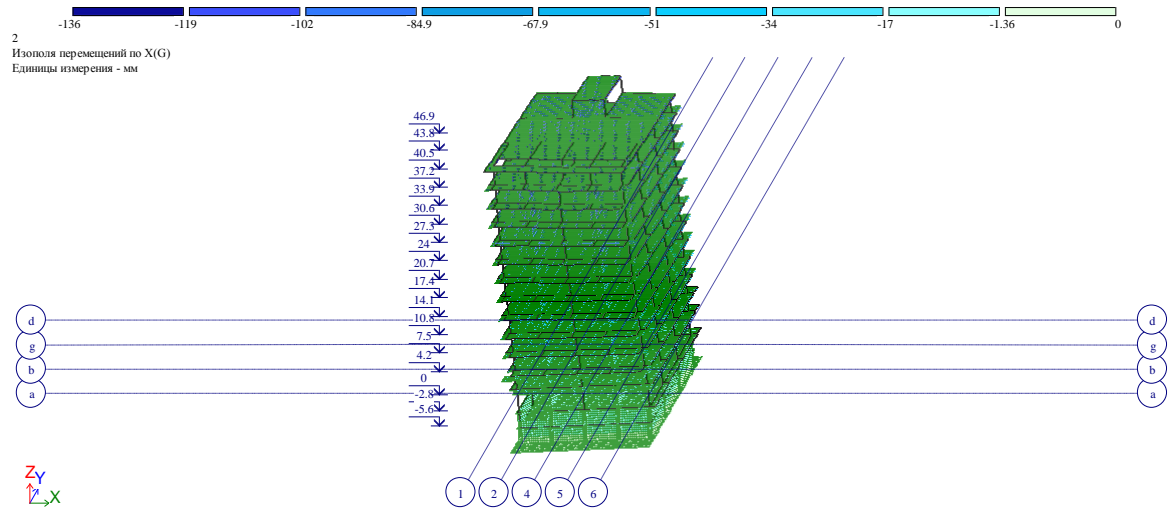
ნახ.2. საანგარიშო სქემა

ქარის დატვირვით გამოწვეული აჩქარება დამოკიდებულია შენობის სიხისტეზე და მასაზე. შესაბამისად ზღვრული აჩქარების გადაჭარბების შემთხვევაში საჭიროა აღნიშნული პარამეტრების კორექტირება ან რხევის ჩამხშობის დაპორექტება.

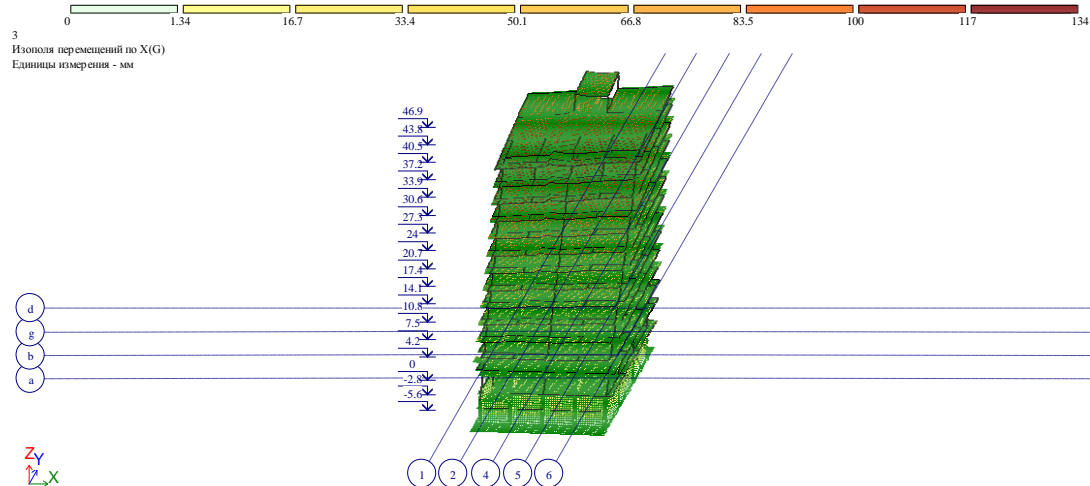
ქარის დატვირთვა მიიღება ურთიერთგამომრიცხავად სეისმურ ზემოქმედებასთან, შესაბამისად რომელი კომბინაციაც იძლევა მეტ შედეგს მის მიხედვით ხდება შენობების კონსტრუირება. ძირითადად, პრაქტიკაში 16 სართულამდე შენობებისთვის იშვიათად ხდება ქარის ფაქტორის გათვალისწინება, რადგან სეისმური ზემოქმედება იძლევა მეტ ძალეებს, თუმცა აღსანიშნავია, რომ სეისმური ზემოქმედების დროს არ არის შეზღუდვა გადაადგილებებზე ან აჩქარებებზე, რადგან ის ითვლება განსაკუთრებულ დატვირთვათ. ქარის დატვირთვაში II ზღვრული მდგომარეობა მნიშვნელოვანია, რის გამოც აუცილებელია აღნიშნული ზემოქმედების გათვალისწინება არა მარტო მაღლივ შენობებში არამედ შედარებით დაბალ ნაგებობებშიც (განსაკუთრებით მეტალის კონსტრუქციის არსებობის შემთხვევაში).

მაგალითად 15 სართულიანი შენობა (ნახ. 2). ძალვათა კომბინაციამ აჩვენა, რომ ვერტიკალურ ელემენტებში ძირითადად ხდება სეისმური კომბინაციის დომინი-

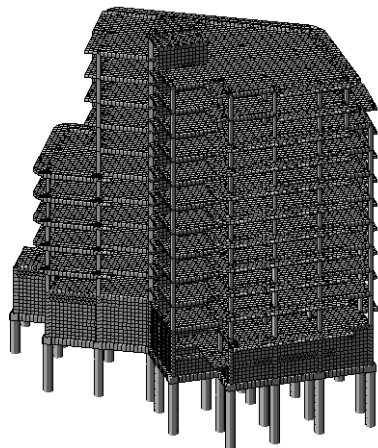
რება და შესაბამისად არმატურა შერჩეულია განსაკუთრებულ კომბინაციაზე, თუმცა შენობის დეფორმაციები და აჩქარებები ქარისგან მეტია, ვიდრე სეისმური დატვირთვით, რის გამოც მისი უგულებელყოფა დაუშვებელია (ნახ.3-6).



ნახ.3. გადაადგილება ქარისგან 136 მმ



ნახ.4. გადაადგილებები სეისმური ზემოქმედებით 134 მმ.

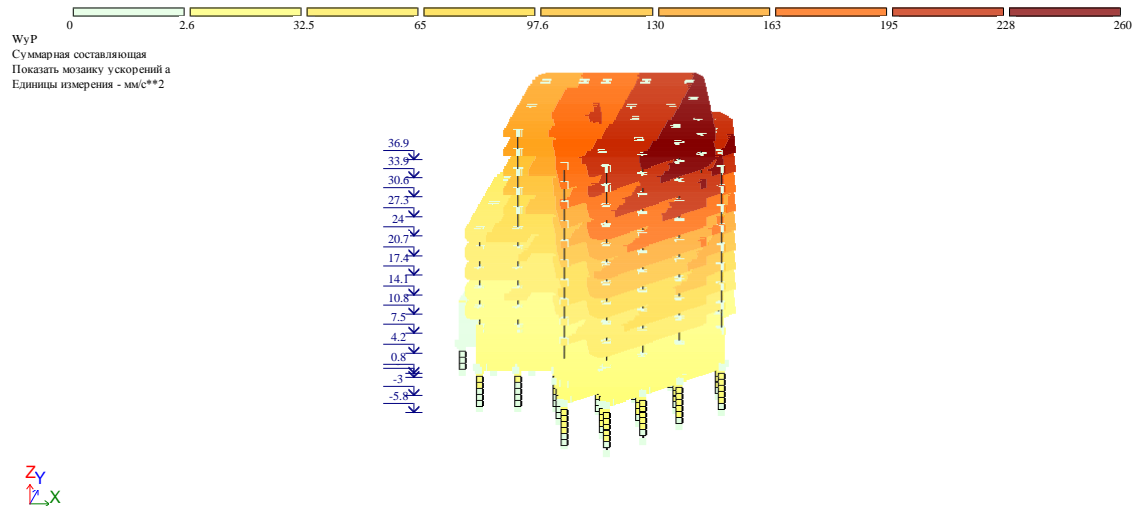


ნახ.5. საანგარიშო სქემა

განსაკუთრებით დიდია ქარის ეფექტი თუ შენობის დაფუძნება ხდება კუმშვად გრუნტზე, რადგან გრუნტის დეფორმაციით ხება შენობის მოქნილობის და დეფორმაციის ზრდა.

განვიხილოთ 12 სართულიანი შენობა (საანგარიშო ქარის დატვირთვა 37 მ/წმ). აღნიშნული შენობა შედარებით ხისტია, დაბალია და დაფუძნებულია არაკუშვად გრუნტზე. მიუხედავად იმისა, რომ ქარის ზემოქმედებით გადაადგილებები ნაკლებია სეისმურზე, მნიშველოვანია ქარის დატვირთვით გამოწვეული აჩქარებები შენობაზე.

რადგან შედარებით დაბალ შენობაში ნაკლებია დიაფრაგმების რაოდენობა, შესაბამისად შენობის მასა დაბალია და ქარის აჩქარება მეტი.



ნახ.6.

მაქსიმალური აჩქარება $280/2/1,4=100$ მმ/წმ². რაც 1 წლიანი განმეორებადობისთვის 50 მმ/წმ² ტოლია.

განხილული მაგალითები არ არის მაღლივი შენობებისათვის (100მ-ზე მაღალი), მაღლივ შენობაში ქარის ზეგავლენა მნიშველოვანია არა მარტო დეფორმაციების და დინამური კომფორტულობის მხრივ, არამედ მნიშველოვანია ქარისგან გამოწვეული ძალები მზიდ კონსტრუქციაში.

ამრიგად, ქარის დატვირთვის მოდელირება აუცილებელია ნებისმიერი ტიპის შენობისთვის, რათა მოხდეს შენობის შემოწმება II ზღვრული მდგომარეობით. რეკომენდებულია ISO 10137 და СНиП 2.01.07-85* მოთხოვნების გათვალისწინება.

ლიტერატურა

1. СНиП 2.01.07-85* Нагрузки и воздействия
2. ISO 4354:2012 – Wind actions on structure
3. ISO 10137 Bases for design of structures - Serviceability of buildings and walkways against vibrations
4. Eurocode 1: Actions on structure. Part 1-4:General actions — Wind actions
5. Eurocode 0 - Basis of structural design.
6. СНиП 2.05.03-84* Мосты и трубы.

SUMMARY

DYNAMIC COMFORTABILITY OF THE BUILDING UNDER THE WIND EFFECT

Urushadze I.V.

Georgian Technical University

The paper deals with the dynamic comfortability of the building under the wind effect. It was established that it is essential to perform modeling of wind load for the building of any type in order to check it for the II limit state. It is recommended to take into consideration the requirements of ISO 10137 and SNIP (Building Regulations) 2.01.07-85.

Keywords: buildings, wind load, dynamic effect, dynamic comfortability, aerodynamically complex shape.

ОПЫТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА НАГРЕВА ПРИ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОЙ СВАРКЕ ПЕРЕКРЕЩИВАЮЩИХСЯ КРУГЛЫХ СТЕРЖНЕЙ

Оспанова С.М., Хвадагиани А.И., Шаламберидзе М.Ш.

Государственный университет Акакия Церетели, Кутаиси

Теоретическое исследование процесса нагрева при электроконтактной сварке перекрещивающихся круглых стержней крайне затруднено. Поэтому исследование температурного поля в зоне сварного контакта осуществляют опытным путем. Крайне недостаточно опытных исследований, касающихся электроконтактной сварки перекрещивающихся круглых стержней малого диаметра (до 15 мм). Данные такого исследования необходимы для представления о процессах, протекающих при сварке, а также для расчета параметров режима сварки.

Для расчета сварочного тока при электроконтактной сварке перекрещивающихся круглых стержней необходимо представить общую картину процесса нагрева. С этой целью были поставлены опыты, в результате которых установили изменение температуры в различных точках сварного соединения и осадку в месте соприкосновения стержней.

Опыты проводили на стержнях диаметром 5+10 мм, изготовленных из малоуглеродной стали.

Образцы сваривали на машине точечной сварки на двух режимах:

- мягкий режим: сварочный ток – $I_s = 2100$ а;
продолжительность сварки – $t_{св} = 8$ сек;
усилие на электродах – 300 даН;
- жесткий режим: сварочный ток – $I_s = 2500$ а;
продолжительность сварки – $t_{св} = 3,5$ сек;
усилие на электродах – 300 даН.

Температуру в стержнях измеряли хромель-алюминевыми термопарами с диаметром проволоки 0,2 мм. Термоэлектродвижущие силы термопар записывали на шлейфовом осциллографе.

Температуру измеряли в трех точках (рис.1). Две из них были расположены около контакта со стороны каждого свариваемого стержня, а третья точка находилась около нижнего электрода. Термопары приваривали к образцам конденсаторной сваркой.

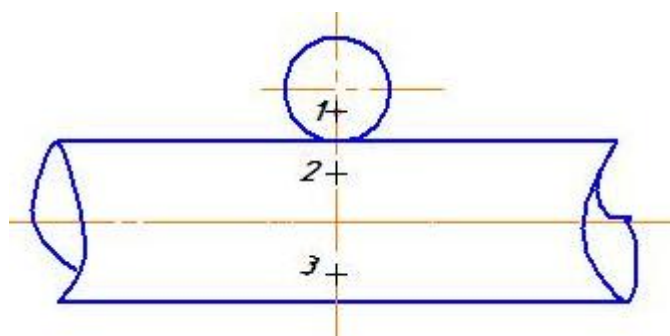


Рис.1. Расположение точек измерения температуры при сварке

Величину усилия на электродах измеряли динамометром с помощью специального приспособления.

Результаты опытов при сварке образцов на мягком режиме представлены на рис. 2.

Наибольшая скорость нагрева в начале процесса наблюдается в точках, расположенных в области сварочного контакта (точки 1 и 2).

В точке, находящейся вблизи электрода (точка 3) на поверхности малого стержня, скорость нагрева несколько меньше.

Характерным для данного опыта является образование площадки почти постоянных температур на кривых термического цикла тех точек, которые находятся в области наибольшего разогрева точек 1, 2. Очевидно, что на определенной стадии процесса сварки в области, прилегающей к контакту, наступает тепловое равновесие, при котором выделение теплоты вследствие работы тока уравнивается отводом теплоты вследствие теплопроводности. Температура точек этой области в дальнейшем почти не повышается.

При правильно выбранных параметрах режима в сочетании с усилием на электродах установившееся тепловое состояние должно соответствовать нагреву точек контакта до температуры плавления. Чрезмерно большое усилие на электродах при недостаточном токе снизит плотность тока в сварочном контакте и состояние равновесия наступит прежде, чем будет достигнута необходимая температура в зоне сварки, что приведет к непровару. Таким образом, уровень площадки равновесия на кривых термического цикла регулируется изменением электрических параметров в сочетании с усилием вдавливания.

Температура точек 1, 2 на 2-5-й секунде достигает 1200-1400 °С и остается почти постоянной до момента выключения тока. Дальнейшее выделение тепловой энергии расходуется на прогрев удаленных от места сварки точек. К моменту выключения тока температура в точке 3 успевает повыситься до 1100-1150 °С. Процесс нагрева точек вблизи электродов также стремится к стационарному состоянию. Однако, температура в этих точках составляет лишь 500-600 °С при максимальной установившейся температуре в точке 1, равной 1300 °С. Поэтому температура в точке 3, несколько замедлив скорость, продолжает нарастать, достигая к моменту выключения тока 950 °С.

Как видно, продолжительность сварки составляет 8 секунд и при данном токе и усилии сдавливания приводит к сильному перегреву металла стержня малого диаметра.

После выключения тока наступает период охлаждения и выравнивания температур. Различают две стадии этого периода: 1) выравнивание температур при замкнутых электродах и 2) свободное выравнивание температур и охлаждение при разомкнутых электродах.

Результаты опытов при сварке образцов на жестком режиме представлены на рис. 3.

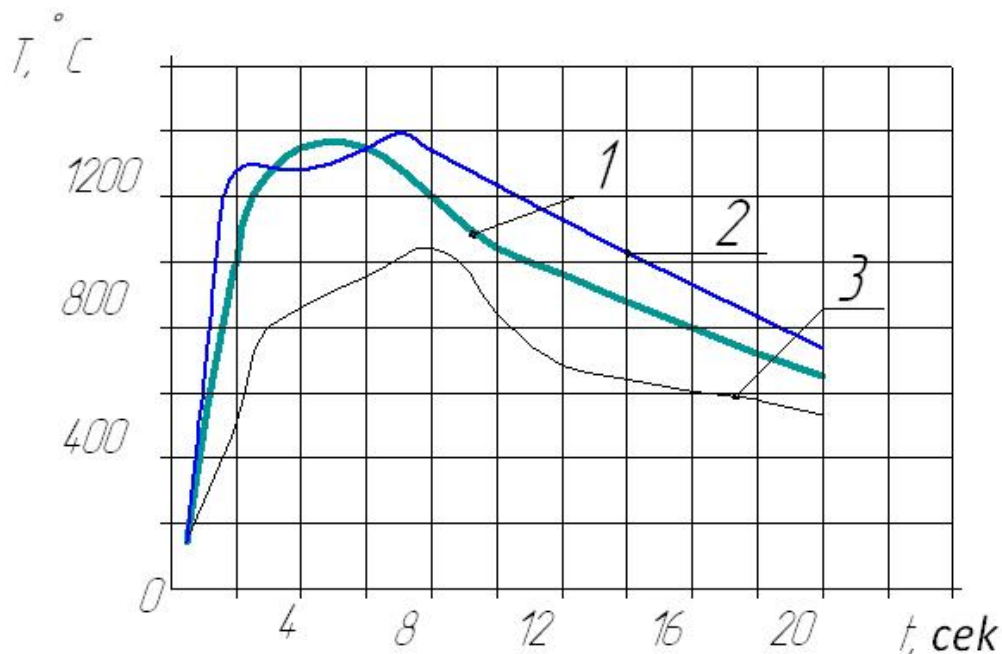
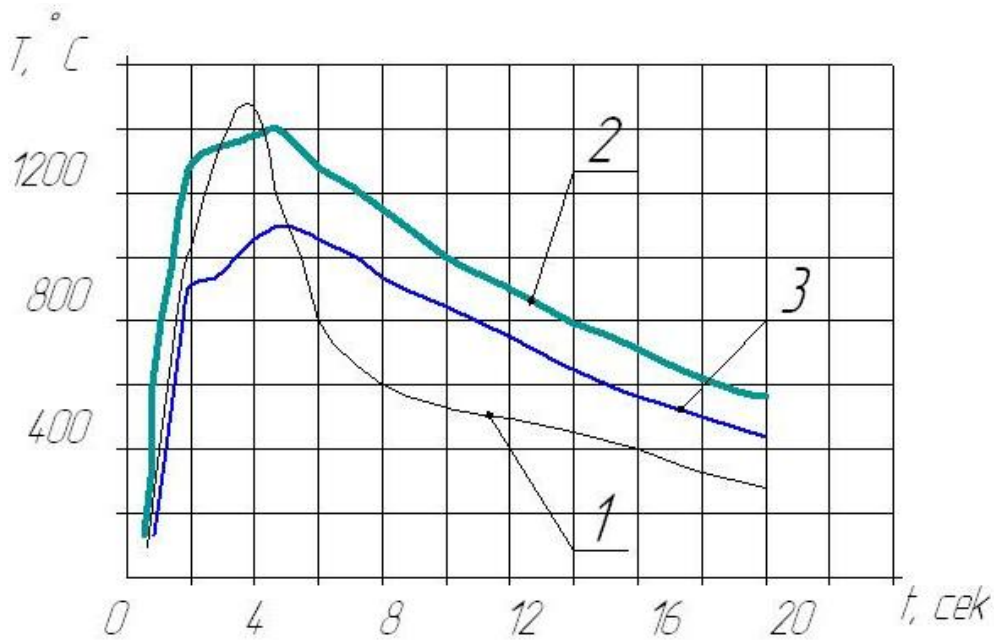
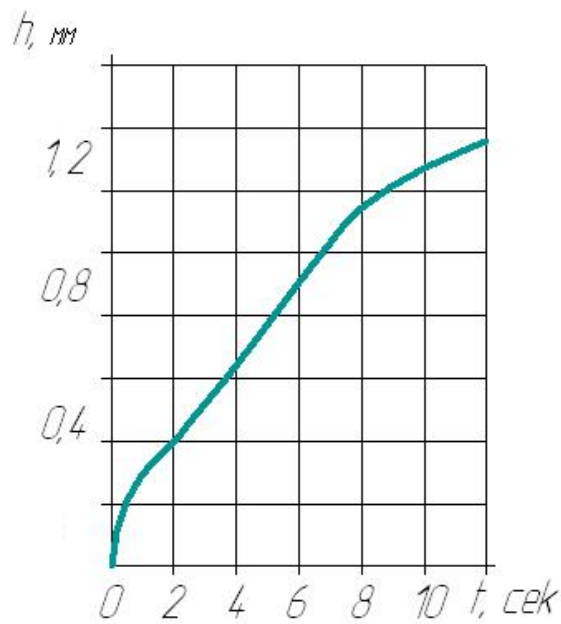


Рис. 2. Термический цикл различных точек сварного образца (мягкий режим сварки)



რის. 3. ტერმისური ციკლი რაზლიჩნიხ ტოჩეკ სვაროგი ობრაზცა (ჯესტიკი რეჟიმი სვარკი)



რის. 4. ზავისიმოხ ოსადკი ოტ დლიტელნოხი სვარკი (პრი მიაგომ რეჟიმი სვარკი)

ტოჩკი, ბლიკიე კ სვაროჩნოუ კონტაქტუ ტოჩეკ 1, 2, ნაგრევაოთაჲს პრიმერნო ს ტაოჲი ჯე სკოროხუ, კაკ ი პრი სვარკე ნა მიაგომ რეჟიმი. ოტო მოჲო ობჲასნიტ თემ, კო ბოლეს ვისოკაი ნაჩალნაი პლოტნოხი ტოკა ვ ობლასტი სვაროჩნოუ კონტაქტა ვიზვალა ბუსტრი ჲოტ ოსადკი ვ ნაჩალე პროცესა ნაგრევა ი, სოოტვესტვენნო, ბუსტრი სნიჲენიე პლოტნოხი ტოკა ვ სვაროჩნოუ კონტაქტე (რის. 4 ი 5).

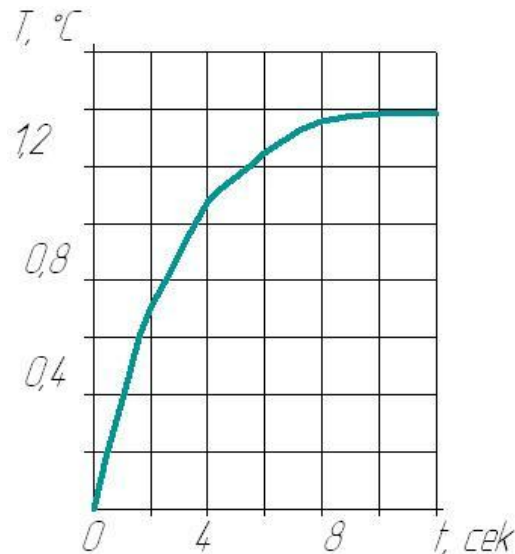


Рис. 5. Зависимость осадки от длительности сварки (при жестком режиме сварки)

Таким образом, околоконтактная область оказалась нагретой примерно до той же температуры предельного состояния, что и при сварке на мягком режиме. Осадка при этой температуре при сварке на мягком режиме в 1,4 - 1,6 раз превышала (рис. 5) осадку в первом случае (рис. 4). Поэтому необходимый для получения требуемой осадки прогрев точек, удаленных от контакта, достигается в течение 1 - 2 секунд, а при сварке на мягком режиме та же величина осадки достигается через 6 - 6,5 секунд. В результате сокращения общей длительности нагрева по сравнению с первым опытом максимальная температура малого стержня, удаленного от сварочного контакта, оказалась значительно ниже во втором опыте.

Процесс выравнивания температур можно считать законченным через 1,5-2 минуты после начала процесса сварки. По истечении этого времени, температура всех точек большого и малого стержней укладывается между 150-200 °С.

ЛИТЕРАТУРА

1. Н.Н. Рыкалин. Расчеты тепловых процессов при сварке. -М.: МашГИЗ., 1951, 370 с.
2. Теоретические основы сварки/Под ред. В.В. Фролова. -М.: Высшая школа, 1970, 592 с.

SUMMARY

TEST STUDY OF THE HEATING PROCESS DURING ELECTRIC-CONTACT WELDING OF INTERSECTING ROUND RODS

Ospanova S.M., Khvadagiani A.I. and Shalamberidze M.Sh.

Akaki Tsereteli State University, Kutaisi

The heating rate in the welded contact zone during electric-contact welding of intersecting round rods is identical under both hard and soft welding conditions. During the welding of rods of different diameters, the heating temperature of rod with a larger diameter is lower than the limit heating temperature of the rod with a smaller diameter.

Keywords: electric-contact welding, intersecting round rods, heating rate.

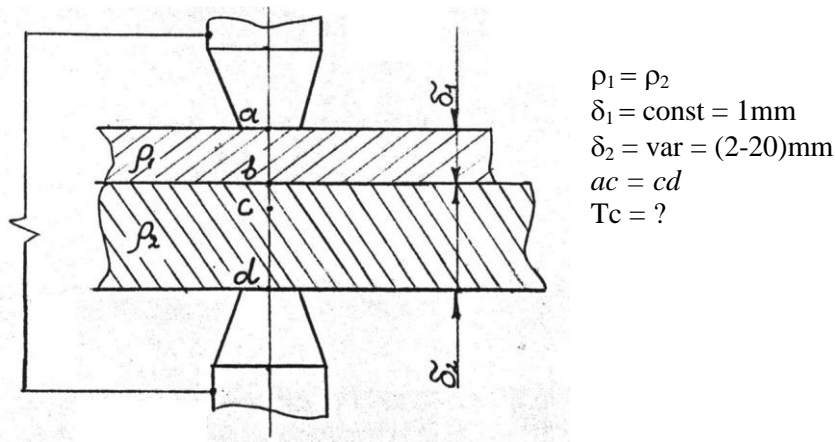
წინააღმდეგობით სისქმცვალეზადი დეტალების შედუღებისას ძირითად პარამეტრთა ბავშენა ტემპერატურაზე

კახიშვილი გ.ს., ნევეროვი ა.პ., მეტრეველი ა.ბ., სულამანიძე ა.კ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

კონტაქტური შედუღების პრაქტიკაში არსებულ პრობლემათა შორის ფართოდაა ცნობილი წერტილოვანი შედუღების დროს, კერძოდ კი სხვადასხვა სისქის დეტალთა შემთხვევისათვის, ნაკერის (შეერთების) ხარისხის დამოკიდებულება მათი სისქეთა ფარდობისაგან [1]. ამ პროცესის დროს განვითარებული, შესაძლო წუნის უგულვებელსაყოფად მრავალი კვლევებია ჩატარებული მეცნიერთა სხვადასხვა სკოლის წარმომადგენელთა მიერ, ჯერ კიდევ გასული საუკუნის შუა პერიოდიდან დაწყებული, რომლებიც მიუთითებენ, რომ დეტალების სისქეთა თანაფარდობა არ უნდა აღემატებოდეს 3:1-ს [1]. ამავე საკითხის გადაწყვეტას ეძღვნება ბოლო გამოკვლევები, ჩატარებული სტუ-ს შედუღების ტექნოლოგიათა ცენტრში, რომელთა მიზანია დამაჯერებლად დადგინდეს წერტილის ადგილმონაცვლეობის გამომწვევი მექანიზმი და შემუშავდეს ქმედითი ღონისძიებანი არასასურველი წუნის აღმოსაფხვრელად, შესაძლო დეტალების სისქეთა უთანაბრობის ნებისმიერ, შესაძლო მნიშვნელობათათვის.

ჩვენი მორიგი კვლევის მიზანია დადგინდეს კონტაქტური შედუღების ძირითად პარამეტრთა, დაწნევის ძალის (P), დენის მოქმედი მნიშვნელობისა და შედუღების დროის ხანგრძლივობის გავლენა წერტილის ადგილმონაცვლეობაზე სხვადასხვა სისქეთა შემთხვევებისათვის. ექსპერიმენტი ტარდებოდა ნახ.1 -ზე წარმოდგენილი სქემის შესაბამისად ლაბორატორული ტიპის დანადგარზე მაქსიმალური დენით 20-50 ამპერზე;

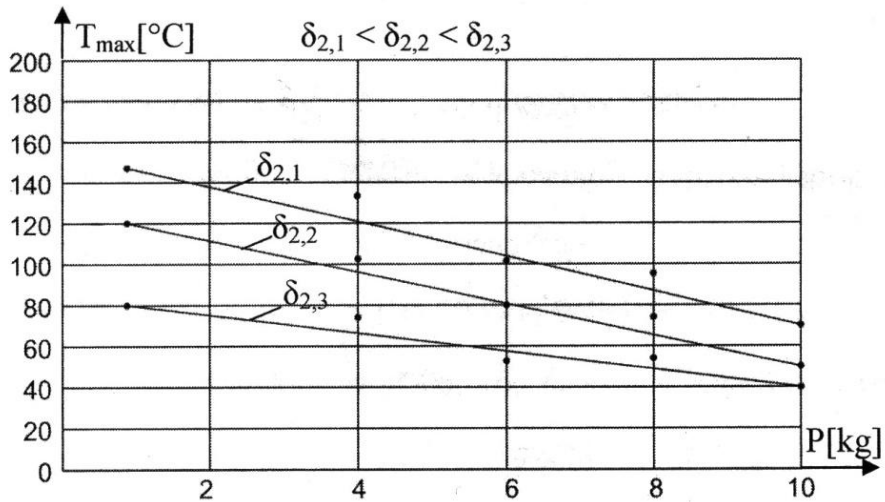


ნახ. 1. ექსპერიმენტის სქემატური გამოსახვა

ტემპერატურის მაქსიმალური მნიშვნელობანი აღირიცხებოდა დეტალების სისქეთა ჯამის საშუალო არითმეტიკულის ნიშნულზე, C წერტილში. შედუღების დროის რეგულირება ხორციელდებოდა დროის ელექტრონული რელეს მეშვეობით (0,1-20) წამის ფარგლებში. დაწნევის ძალის სარეგულირებლად გამოიყენებოდა ტვირთი ცვალებადი მასით (1-10)კგ-მდე. ტემპერატურის გაზომვა ხდებოდა არაკონტაქტური თერმომეტრით („Intel current“) ლაზერული სამიზნით.

საექსპერიმენტო მასალად გამოიყენებოდა ფოლადი ფოლ. 3. ამასთან, თხელი დეტალების სისქე არ იცვლებოდა, იგი ტოლი იყო 1მმ-ს, ხოლო სქელი დეტალისა კი იცვლებოდა (1-20)მმ-მდე. გახურება ხდებოდა ნახევრადმუშა ელექტროდებით [2].

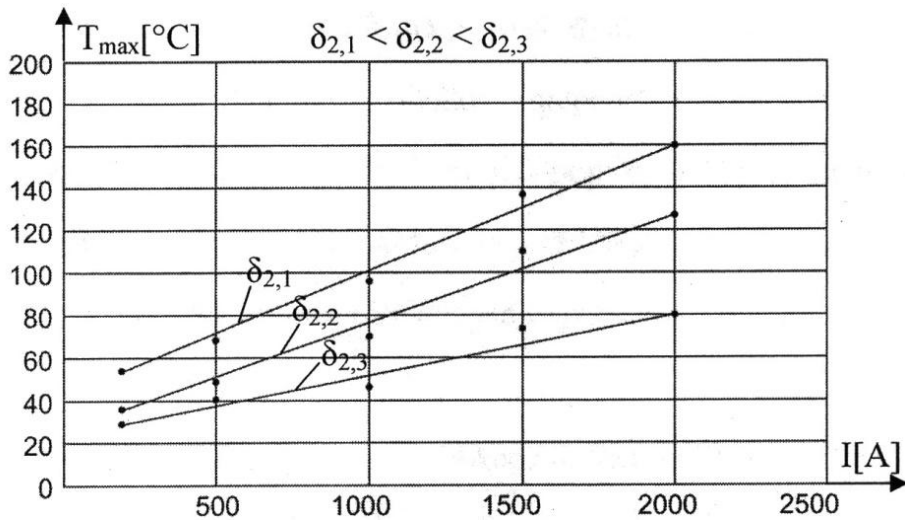
ექსპერიმენტის შედეგები შეიტანებოდა ცხრილებში, რომლის მიხედვითაც აგებული იქნა სათანადო გრაფიკები.



ნახ. 2. დაწნევის ძალის გავლენა ტემპერატურაზე

როგორც დიაგრამიდან ჩანს (ნახ. 2.) დაწნევის ძალის ზრდა იწვევს ტემპერატურის შემცირებას, კლასიკური კანონზომიერების შესაბამისად, ხოლო ტემპერატურის მნიშვნელობანი წარმოადგენს გარკვეულ ზონას და მისი ადგილმდებარეობა დამოკიდებულია დეტალების სისქეთა ფარდობისაგან.

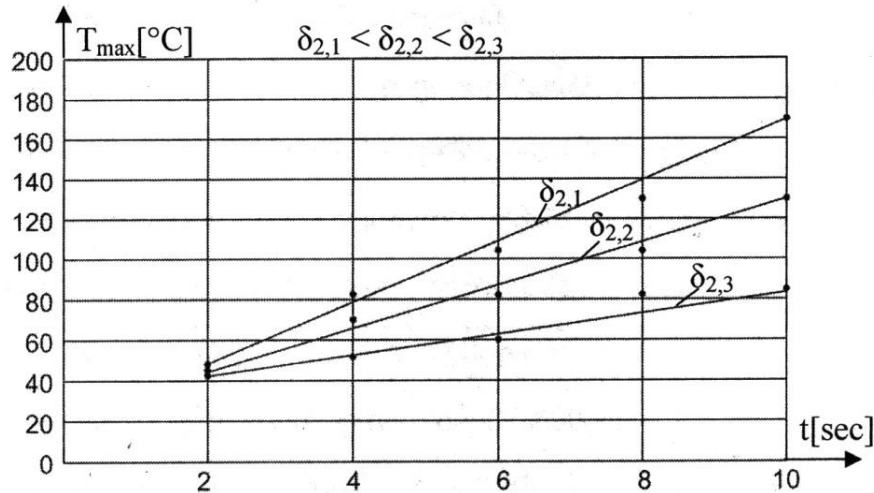
ანალოგიური ანათვლები იქნა მიღებული დენის მნიშვნელობათა ცვალებადობის პირობებისათვის და აიგო მისგან ტემპერატურის ცვალებადობის დიაგრამა სისქეთა თანაფარდობის მიხედვით (ნახ. 3)



ნახ. 3. დენის მნიშვნელობათა გავლენა ტემპერატურაზე

როგორც ჩანს ნახაზზე წარმოდგენილი დამოკიდებულებიდან, დენის მნიშვნელობათა მიუხედავად, ხარისხობრივი სურათი ტემპერატურის ადგილმონაცვლეობისა სისქეთა ფარდობის მიხედვით შეესაბამება კუთრი დენის განაწილების სურათს [3].

დროის ცვალებადობით ტემპერატურის ადგილმონაცვლეობა სისქეთა ფარდობის მიხედვით ასევე წარმოადგენს გარკვეულ ზონას (ნახ. 4).



ნახ. 4. დენის მოქმედების დროის ხანგრძლივობის გავლენა ტემპერატურაზე

თუ გავანალიზებთ ყველა შემთხვევას, შეიძლება დავასკვნათ, რომ სხვადასხვა სისქეთა დეტალების კონტაქტური შედუღების დროს შესაძლო ხარვეზი (წერტილის გადაადგილება სქელ დეტალში), პროცესის ძირითად პარამეტრთა ცვალებადობით არ აღმოიფხვრება. საჭიროება მოითხოვს სხვა მეთოდების გამოყენებას, კერძოდ, ჩვენს მიერ შემუშავებული სქელი დეტალის კვეთში თბური მდგომარეობის ხელოვნურად რეგულირება დენის ეპიურათა სასურველი ვარიაციებით.

ლიტერატურა

1. Сварка, пайка, склейка и резка металлов и пластмасс. Справочник под редакцией А. Неймана и У. Рихтера, перевод с немецкого. -Москва, Металлургия, 1985, 480 с.
2. სულამანიძე ა.კ., კახიშვილი გ.ს. წერტილოვანი შედუღების ნიმუშთა ნახევრადმუშა ელექტროდებით გახურება. // საქართველოს საინჟინრო სიახლენი (GEN), № 3, ტომი 75, 2015, გვ. 45-47.
3. სულამანიძე ა.კ., კახიშვილი გ.ს. კონტაქტური შედუღების წერტილის ადგილმდებარეობის მართვა. – თბილისი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამეცნიერო შრომების კრებული, № 4(498), 2015.

SUMMARY

THE EFFECT OF MAIN PARAMETERS ON THE TEMPERATURE DURING RESISTANCE WELDING OF THE PARTS OF DIFFERENT THICKNESS

Kakhishvili G.S., Neverov A.P., Metreveli A.B. and Sulamanidze A.K.

Georgian Technical University

The effect of the basic parameters of contact welding of parts having different thickness on the spot displacement is discussed. It was revealed that there was no opportunity to obtain a desirable result by varying them.

Keywords: spot welding, half-working electrode, heating, welding spot.

DETERMINATION OF THE TEMPERATURE OF MAGNETIC PHASE TRANSITIONS OF SYSTEMS $Y_{1-t}Gd_t(Co_{1-x}Al_x)_2$

Gamishidze Z.M.

Shota Rustaveli State University, Batumi

Abstract. The paper deals with the effect of the $f-d$ exchange interaction on the ground state of zonal magnetics $Y(Co_{1-x}Al_x)_2$ and $Lu(Co_{1-x}Al_x)_2$ and the determination of the temperature of their magnetic phase transitions. The investigation showed that, at low temperature, the magnetic properties of the systems under study depended on the content of aluminum. Specifically, it was determined that the temperature of magnetic phase transitions increased with the increasing content of gadolinium. At the same time, the higher was the content of aluminum, the faster increased the temperature. At high concentrations of aluminum ($x=0.07, 0.085$ and 0.105), transitions from a weak ferrimagnetic state to a paramagnetic one took place at low concentrations of gadolinium t , while, at high concentrations of gadolinium t , there occurred transitions from a strong ferrimagnetic state to a paramagnetic one. At low concentrations of aluminum ($x=0.00$ and $x=0.05$), transitions to the spin glass state took place as the temperature decreased, while, with the increasing concentration of gadolinium, transitions to the strong ferrimagnetic state occurred.

Keywords: magnetism, phase transition, temperature, paramagnetic state, ferrimagnetic state, spin glass.

In the investigation of the specific features of magnetism in metals and alloys, currently there has been increased interest in the phenomena associated with the magnetic instability of the subsystem of zonal d -electrons. One of typical manifestations of such instability is, in particular, zonal magnetism: the field-induced first-kind phase transition from the paramagnetic state to the ferromagnetic one. This phenomenon is related to a specific form of the energy dependence of the density of states of d -electrons in the vicinity of the Fermi level, which promotes an increase in $N(\varepsilon)$ when a magnetic field is applied: at $H < H_m$, $I(\varepsilon_F) < 1$ and at $H > H_m$, $I(\varepsilon_F) > 1$ [1].

A metamagnetic transition takes place in that paramagnetic system and that critical field H_m where the Stoner criterion of ferromagnetism begins to be fulfilled [2]. Currently there are known few objects where zonal magnetism can be observed experimentally. Hence the phenomenon of zonal magnetism has been poorly studied. Intermetallic compounds YCo_2 and $LuCo_2$ having a cubic structure of the $MgCu_2$ type (Laves phase) are zonal magnetics [3]. The action of the $f-d$ exchange interaction on zonal magnetism is an efficient technique for studying their properties, because under certain conditions it makes possible to reduce the critical field of the phase transition [4].

The objective of this work was to investigate the effect of the $f-d$ exchange interaction on the behavior of zonal magnetics YCo_2 and $LuCo_2$ and to determine the temperature of their magnetic phase transitions. For optimization of the experiment conditions, Al-substituted compounds YCo_2 and $LuCo_2$ with relatively small values of H_m were used [3]. Hence polycrystalline systems $Y_{1-t}Gd_t(Co_{1-x}Al_x)_2$ were synthesized. The theoretical discussion of the basic magnetic properties of compounds under study $Y_{1-t}Gd_t(Co_{1-x}Al_x)_2$ can be performed in the mean-field model. Let us consider the zonal d -subsystem of these compounds in the Wohlfahrt model of weak ferromagnetism. Then, with consideration for $f-d$ exchange interaction, the equation for the state of the zonal subsystem looks like

$$\alpha \vec{M}_d + \beta \vec{M}_d^3 + \gamma \vec{M}_d^5 = \vec{H} b_{\text{eff}}^d \quad (1)$$

Here \vec{M}_d is the magnetization of the d -subsystem; $\vec{H} b_{\text{eff}}^d$ is the effective field affecting this subsystem

$$\vec{H} b_{\text{eff}}^d = \vec{H} + \lambda_{fd} t \vec{M}_f \quad (2)$$

where $\vec{H}_{\text{mol}}^d = \vec{H} + \lambda_{fd} t \vec{M}_f$ is the molecular field affecting the d -subsystem; λ_{fd} is the coefficient of the molecular field of the $f-d$ exchange interaction.

Depending on the characteristics of the d -subsystem, the transition from a magnetically ordered state to a paramagnetic one can be as the first-kind transition, so the second-kind one. If the

d -subsystem in the ground state is in the paramagnetic phase ($\bar{H}_{mol}^d < H_m$), the transition at the Curie point for the f - d magnetic system under consideration is the second-kind phase transition, and its temperature is determined by the following equation

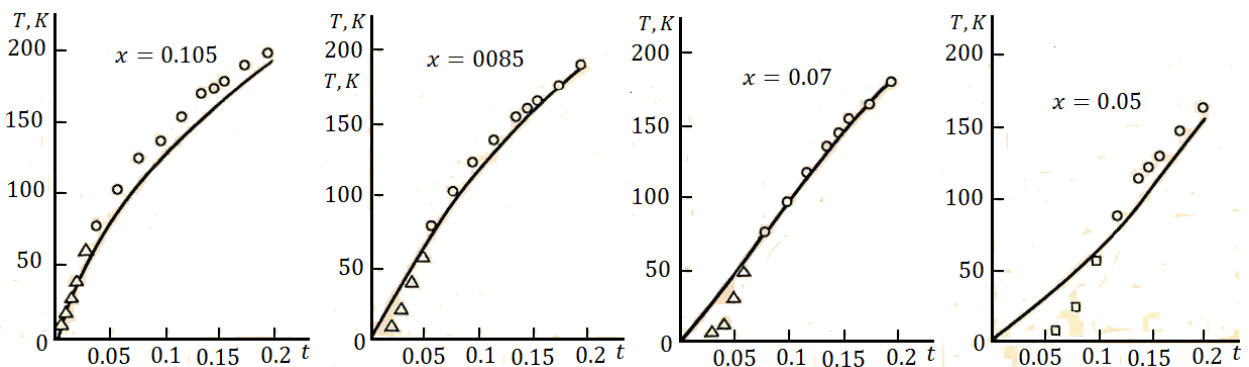
$$T_c^H = \frac{g^2 J(J+1) \mu_B^2}{3k_B} t (\lambda_{fd}^2 + \lambda_{ff}) \quad (3)$$

A similar situation takes place when the d -subsystem in the ground state is ferromagnetic ($\bar{H}_{mol}^d > H_m$), though the metamagnetic transition at Curie temperature is blurred.

We investigated the effect of the f - d exchange interaction on the ground state of zonal magnetics $Y(\text{Co}_{1-x}\text{Al}_x)_2$ and $\text{Lu}(\text{Co}_{1-x}\text{Al}_x)_2$ by partial substitution of Y and Lu for gadolinium. For investigation we chose the compositions that, without gadolinium, were zonal metamagnetics. The measurements showed that the low-temperature properties of these systems strongly depended on the content of aluminum. The systems under study can be divided into two groups: with a low content of aluminum ($x=0.00$ and $x=0.05$) and a high content of aluminum ($x=0.07, 0.085$ and 0.105).

The measurements showed that, when small amounts of gadolinium were used for substitution ($t < 0.12$), there was no spontaneous magnetization. The increase in the content of gadolinium led to the increase in susceptibility in weak fields, and the magnetization curves became nonlinear and tended to saturation in strong fields. The analyses showed that these compositions were cluster spin glasses [5]. In the temperature dependences of initial magnetic susceptibility of the majority of investigated compounds, at low temperature there are observed characteristic anomalies which allow identifying easily the temperature of magnetic phase transitions. For the compositions in which the existence of spin glass is assumed, these anomalies represent the “maximum” of susceptibility characteristic of the freezing point of spin glass. The nonlinearity of magnetization curves of the systems with $x=0.05$, which at low temperature are in the spin glass state, decreases as the temperature increases, and the magnetization curves become linear at the temperature above the freezing point of spin glass. The processing of magnetization curves of these compounds by the Arot method showed their behavior characteristic of the spin glass state: M^2 dependences of H/M were nonlinear and the spontaneous magnetization was equal to zero over the entire temperature range of measurements. For the magnetically ordered compounds, the Curie temperature determined by the Arot method was close to the Curie temperature determined by the measurements of magnetic susceptibility in weak alternating fields.

The figure shows the dependences of temperature of magnetic phase transitions on the content of gadolinium t for the systems with different concentration of aluminum.



Temperature of magnetic phase transitions of system $Y_{1-t}\text{Gd}_t(\text{Co}_{1-x}\text{Al}_x)_2$ versus the content of gadolinium t :
 O – transition to the strong ferrimagnetic phase; Δ – transition to the weak ferrimagnetic phase;
 \square – transition to the spin glass state. Solid lines – theoretical calculations.

It is evident that the temperature of transitions increases with increasing t , and, the more is the content of aluminum, the faster increases the temperature. At the same time, in the compositions with high concentration of aluminum, there occur transitions from the weak ferrimagnetic state to the paramagnetic one at low t , and from the strong ferrimagnetic state to the paramagnetic one at high t . In the compositions with low concentration of aluminum, there are observed transitions to the spin glass state with decreasing temperature, while, in the system with $x=0.05$, the transition - to the strong ferrimagnetic state with the increasing content of gadolinium. The transitions of strong ferrimagnetic specimens from the magnetically ordered state to the paramagnetic one can be as the first-kind, so the second-kind. If the transition is of the first kind, the paramagnetic and magnetically ordered phases can co-exist in the transition area, as it takes place in system $\text{Lu}(\text{Co}_{1-x}\text{Al}_x)_2$. The Curie temperature of systems $\text{Y}_{1-t}\text{Gd}_t(\text{Co}_{1-x}\text{Al}_x)_2$ was calculated by formula (3) for the second-kind transitions using the data for the temperature dependence of susceptibility of the d -subsystem from work [3] and the value $\lambda_{\text{eff}} = 136 \text{ kOe}/\mu_{\text{B}}$ from work [6]. These data are given in the figure. The lines in the figure show the theoretical dependences of Curie temperature on the concentration of gadolinium calculated in the molecular field approximation. It is obvious that the calculated and experimental dependences $T_c(t)$ correlate semiquantitatively at large values of t . The discrepancy between the experimental and theoretical dependences of the temperature of phase transitions on the concentration of gadolinium is larger at the low content of gadolinium, especially in the case of the spin glass state when the systems are significantly heterogeneous, and a rough mean-field approximation cannot be used.. Besides, for accurate calculation of the Curie temperature, it is necessary to take into consideration spin fluctuations in the d -subsystem which largely determine the behavior of zonal magnetics [7].

REFERENCES

1. M. Shiga, H. Wada, Y. Nakamura, J. Deportes, K.R.A. Zeibeck.//J. Physiq., 1988, 49, pp. 8-24.
2. E.C. Stoner.//Proc. Roy. Soc., Ser. A, 1936, vol. 154, p. 656.
3. R.Z. Levitin, A.S. Markosyan.//Usp. Fiz. Nauk, 1988, 155, 623.
4. R. Ballou, B. Barbara, Z.M. Gamishidze, R. Lemaire, R.Z. Levitin, A.S. Markosyan. //J. Magn. Mater., 1993, 119, 294.
5. Z.M. Gamishidze, The effect of Gd on the state of spin glass $\text{Y}(\text{Co}_{1-x}\text{Mn}_x)_2$ compounds. //Georgian Engineering News, 2011, No. 3(59).
6. D. Bloch, R. Lemaire.//Physic. Rev. B, 1970, vol. 2, p. 2648.
7. H. Yamada.//Physica B, 1992, vol. 155, p. 115.

РЕЗЮМЕ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУР МАГНИТНЫХ ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДОВ СИСТЕМ $\text{Y}_{1-t}\text{Gd}_t(\text{Co}_{1-x}\text{Al}_x)_2$

Гамишидзе З.М.

Государственный университет им. Шота Руставели, Батуми

В статье рассматривается влияние $f-d$ обменного взаимодействия на основное состояние зонных магнетиков $\text{Y}(\text{Co}_{1-x}\text{Al}_x)_2$ и $\text{Lu}(\text{Co}_{1-x}\text{Al}_x)_2$ и измерение температуры их магнитного фазового перехода. Измерения показали, что магнитные свойства исследованных систем при низкой температуре зависят от содержания алюминия. В частности, было определено, что температура магнитного фазового перехода возрастает при увеличении концентрации гадолиния. В то же время, температура растет тем быстрее, чем выше концентрация алюминия. В случае высокой концентрации алюминия ($x=0,07$; $0,085$ и $0,105$), при низкой концентрации гадолиния имеет место переход из слабого ферримагнитного состояния в парамагнитное, а при высокой концентрации гадолиния – из сильного ферримагнитного состояния в парамагнитное. При низкой концентрации алюминия ($x=0,00$ и $0,05$), при понижении температуры имеет место переход в состояние спинового стекла, а при увеличении содержания гадолиния – переход в сильное ферримагнитное состояние.

Ключевые слова: магнетики, фазовый переход, температура, парамагнитное состояние, ферримагнитное состояние, спиновое стекло.

БЕЙДЕЛЛИТ БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН ОКРИБЫ

Государственный университет Акакия Церетели, Кутаиси

Махарадзе А.И.

Бейделлит представляет листовый силикат монтмориллонитовой группы. В отличие от монтмориллонита в тетраэдрах бейделлита часть силиция изоморфно замещена алюминием. Бейделлитовые бентонитовые глины по сравнению монтмориллонитовыми имеют ограниченное распространение.

Из многочисленных месторождений и проявлений бентонитовых глин Грузии, только Окрибеное представлено бейделлитом, а все остальные (Гумбри, Быноджа, Аскана, Ахалцихе, свита мтарари и др.) монтмориллонитового состава.

При изучении Окрибского бейделлита нами применялись оптический, электрономикроскопический, рентгеновский, термический и химический методы минералогических исследований.

В свите листовых сланцев бата Окрибы среди черных аргиллитов, алевролитов и песчаников своей светлой окраской четко выделяются слои пластичных глин. Они белого, кремового и светло-серого цветов, часто с примазками гидроокислов железа. Эти глины представляют продукты субэриального выветривания андезитовых лито-кристалло-витрических туфов от пелитовой до псиммитовой, редко псфитовой структуры. Глины состоят из бейделлита и минералов каолиновой группы (каолинит, метагаллуазит, галлуазит, аллофан). Редко, в самой верхней части профиля коры выветривания появляется гиббсит. Бейделлит и минералы каолиновой группы образуют как самостоятельные слои, так и находятся в тесной ассоциации.

Минеральный состав глин контролируется структурой материнских пород. По туфам псаммитовой и псефитовой структуры развиты минералы каолиновой группы, по пелитовым витрокластическим – бейделлит. По туфам разнообломочного строения сформированы глины смешанного состава, которые пользуются наибольшим распространением и имеют наибольшую мощность – до 1,5 – 2 м. Мономинеральные бейделлитовые глины встречаются редко и их мощность не превышает нескольких сантиметров.

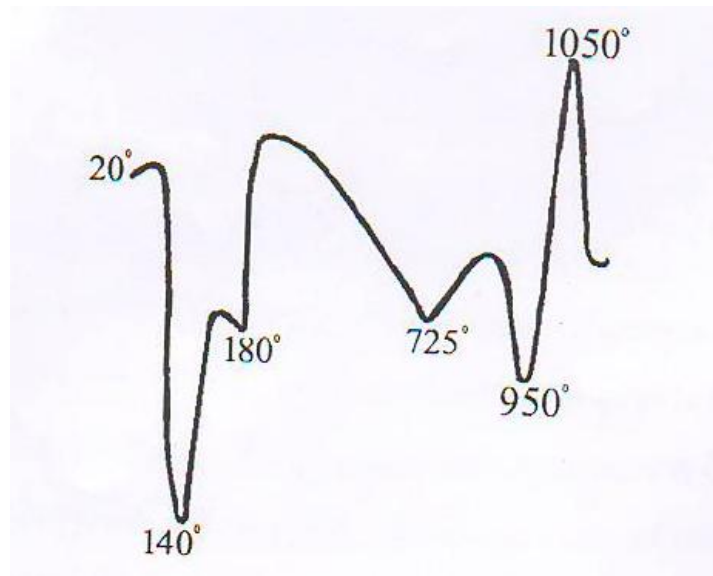
Под поляризационным микроскопом бейделлит водно прозрачный. Характеризуется разнообразием текстур и структур. Среди текстурных типов выделяются ориентированная, неориентированно - войлокообразная, клочковая, пятнистая, хлопьевидная и петельчатая разновидности. Среди структурных типов распространены лептопелитовые, мегапелитовые, камуфлированные витрокластические пелловые. Показатели преломления бейделлита $N_g = N_m = 1,515$; $N_p = 1,493$.

Под электронным микроскопом в суспензионных препаратах бейделлит представлен в виде облаковидной массы состоящая из скоплений мелких полупрозрачных чешуек. Встречаются также непрозрачные скопления с размытыми очертаниями закрученными краями и шиповидными выступами.

Окрибский бейделлит по данным рентгеновского анализа идентичен эталонного бейделлита из рудника Блек Джек США (1). Основные параметры кристаллической структуры Окрибного бейделлита составляет $d_{020}=4,42\text{\AA}$; $d_{060}=1,493\text{\AA}$; „a“ =5,185Å; „b“ =8,955Å. Они совпадают таковыми-же параметрам бейделлита рудника Блек Джек. При насыщении глицерином d_{001} бейделита возрастает до 17,6242Å, а при прокаливании на 600 °C в течение одного часа уменьшается до 9,6Å.

Термический анализ является эффективным методом диагностики бейделлита. На термограмме Окрибского бейделлита выделяется три эндотермического пиков 140, 725, 950 °C и один экзотермический на 105 °C (рисунок). Отмечается также перегиб при 180°C указывающий на присутствии в обменном комплексе двухвалентных катионов (Ca^{2+} , Mg^{2+}). По этим данным тоже, кривая нагревания Окрибского бейделлита идентична кривой нагревания эталонного бейделлита [1]. Первый эндотермический пик (140°C) соответствует потере межслоевой воды. Высокое значение второго эндотермического пика (725°C) указывает на

большое содержание алюминия в структуре минерала. Пик 950°C результат полного разрушения кристаллической решетки. Из-за большого содержания алюминия в образовавшем аморфном веществе, на 1050°C формируется шпинель.



Дифференциальная кривая нагрева бейделлита

Фракция $<0,001\text{мм}$ бейделлита состоит (%): влага – 15,47; n.n.n. – 7,8; SiO_2 – 43,93; SiO_2 _{своб} – 72; TiO_2 – 0,58; Al_2O_3 – 19,89; Fe_2O_3 – 3,16; FeO – 0,14; MgO – 1,37; Cu_2O – 1,18; Na_2O – 0,20; K_2O – 0,25.

Общая емкость поглощения фракции $<0,001\text{мм}$ бейделлитовой глины составляет 78 мг/экв на 100 г вещества и представлен $\text{Ca}^{2+}=8,5$; $\text{Mg}^{2+}=2,3$; $\text{Na}^+=60$; $\text{K}^+=7$.

Огнеупорность бейделлитовой глины Окрибы составляет 1450. Такая высокая огнеупорность минерала монтмориллонитовой группы результат высокого содержания алюминия.

Таким образом, бейделлит Окрибы по результатам проведенных комплексов исследований аналогичен эталонному бейделлиту рудника Блек Джек США.

В глинах приуроченных к свите листоватых сланцев бата Окрибы особый интерес представляет тесная ассоциация бейделлита и минералов каолиновой группы, так как для их образования требуется среда различной кислотности. Бейделлит образуется в щелочной среде, а минералы каолиновой группы в кислой.

Вадозные воды, циркулирующие среди листоватых сланцев бата Окрибы, являющиеся главными агентами процессов коры выветривания имеют кислый состав. Отмеченное обусловлено серной и органическими кислотами образовавшимися в результате окисления пирита и органического вещества содержащихся в большем количестве в породах свиты листоватых сланцев.

При формировании коры выветривания, как было отмечено, большое значение имеет проницаемость пород и интенсивность их выщелачивания. Эти параметры определяются структурой материнских пород глин. Породы крупнообломочной структуры характеризуются хорошей проницаемостью и освободившиеся при разрушении минералов катионы из них легко выносятся. В породе поддерживается кислая среда, благоприятная для образования минералов каолиновой группы. При слабой проницаемости, чем характеризуются витрические туфы высвободившиеся катионы не выносятся, они аккумулируются на поверхности тонкого витрического пепла, которые имеют большую объемную поверхность. При этом создается щелочная среда, благоприятная для образования минералов монтмориллонитовой группы.

Так как вулканокластические породы по размерам обломков, в основном, слабо дифференцированы, при выветривании в них создается разные среды кислотности. При этом, в одной и той же породе совместно могут образоваться минералы среды разной кислотности – монтмориллонитовой и каолиновой группы, как это имеет место в глинах содержащихся в свите листоватых сланцев бата Окрибы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Weir A.N., Geen-Kelly P.B. Beidellite the American Mineralogist, Vol. 47, No. 1-2, 1962.

SUMMARY

BEIDELLITE OF THE OKRIBA BENTONITE CLAY

Makharadze A.I.

Akaki Tsereteli State University, Kutaisi

The beidellite clay associated with the Okriba formation of sheet slates is the product of subaerial weathering of andesite tuffs. In its basic parameters, this beidellite is similar to the reference one from the Black Jack Mine, Idaho, USA.

Keywords: beidellite, kaolinite, montmorillonite, structure, tuffs, clay.

ECOLOGICAL PROBLEMS OF THE BLACK SEA BY THE EXAMPLE OF THE TERRITORIAL WATERS OF GEORGIA

Diakonidze R.V., Shengelia E.G., Gavardashvili G.V., Chakhaia G.G., Tsulukidze L.N., Supatashvili T.L. and Varazashvili Z.N.

Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University

Abstract. The paper deals with the evaluation of the ecological state of the Black Sea, which is recognized as an international problem, within the boundaries of the territorial waters of Georgia. At the first stage of the research, the background pollution of the Black Sea was evaluated. The depth distribution of hydrogen sulfide was determined at 3 miles from the coast.

Keywords: the Black Sea, hydrogen sulfide, ecological disaster, water quality.

The Black Sea with its exclusive characteristics draws huge attention of the world scientists.

Among many ecological problems of the Black Sea, especially noteworthy is the presence of hydrogen sulfide in its water, which is unequally dispersed as in the depth, so on the water surface. In the zone of hydrogen sulfide, the existence of living organisms is limited, and only some species of bacteria live there. At present the condition of the Black Sea is recognized as an international ecological problem. Therefore, the research of this problem is topical. In 1996, in Istanbul, Turkey, the governments of the six Black Sea countries, namely Bulgaria, Georgia, Romania, The Russian Federation, Turkey, and Ukraine adopted the Strategic Action Plan for the Environmental Protection and Rehabilitation of the Black Sea. The signature day of the document October 31 was proclaimed the International Black Sea Day.

The Black Sea has been given many names over the centuries, changing its boundaries as well [1, 2]. One of the popular hypotheses on the origin of the name Black Sea refers to the phenomenon that any metallic object submerged deep in the Black Sea becomes absolutely black.

The Black Sea is an open sea, but, due to its specific geomorphometric parameters basically manifested in that it is connected to the World Ocean through the shallow Bosphorus Strait, the drain of water mass into the Mediterranean Sea is restricted strongly enough. Therefore, the above-mentioned water polluted with hydrogen sulfide adds the pollutants from the Mediterranean Sea because of the limited water mass exchange between the two seas. In this case, the Black Sea is in the sedimentation role, and its ecological condition gets worth. There are different views about an increase in the water level in the Black Sea.

According to one of the sources [blacksea-education.ru], for the last 100 years the level of the Black Sea has risen by 12 cm. According to the observation data received from a satellite, its level increased by 20cm, with relative cautious description this indicator is equal to 3-4 cm in ten years. Among various reasons, many scientists connect this increase of the ocean level to accelerated melting of polar ice due to global warming. According to the international data, the increase in the sea level totals 2.5 mm per year. As for the sea-level rise in the coastal zone of Georgia, this rate is a relative value, it varies in different places. In the last century, this rate increased by 78-80 cm in the territory of Poti, and by 16-17 cm in the Ajara coastal zone. In Georgian scientists' opinion, such a difference is caused by the processes proceeding on the Colchis lowland, particularly, by the lowland gradual submergence.

In 2013 we took part in grant projects competition announced by Shota Rustaveli National Science Foundation and our project which dealt with ecological problems of the Black Sea such as abrasion of the coastal zone, hydrogen sulfide and water pollution, became a winner.

Currently, in the scope of the Grant Project, the research for general baseline evaluation of the water quality of the Black Sea and for determination of the depth distribution of hydrogen sulfide in the Black Sea continues. For evaluation of the sea water quality and its pollution, the data of scientific, field and laboratory investigations and also national and European normative documents are used, and for the evaluation of the water class, the recommendations of the European Economic Relations Board are used [3-5].

As seems from the research results (one-year research, the Project duration is 3 years), the sea water is polluted with some heavy metals and their amounts exceed the maximum allowable

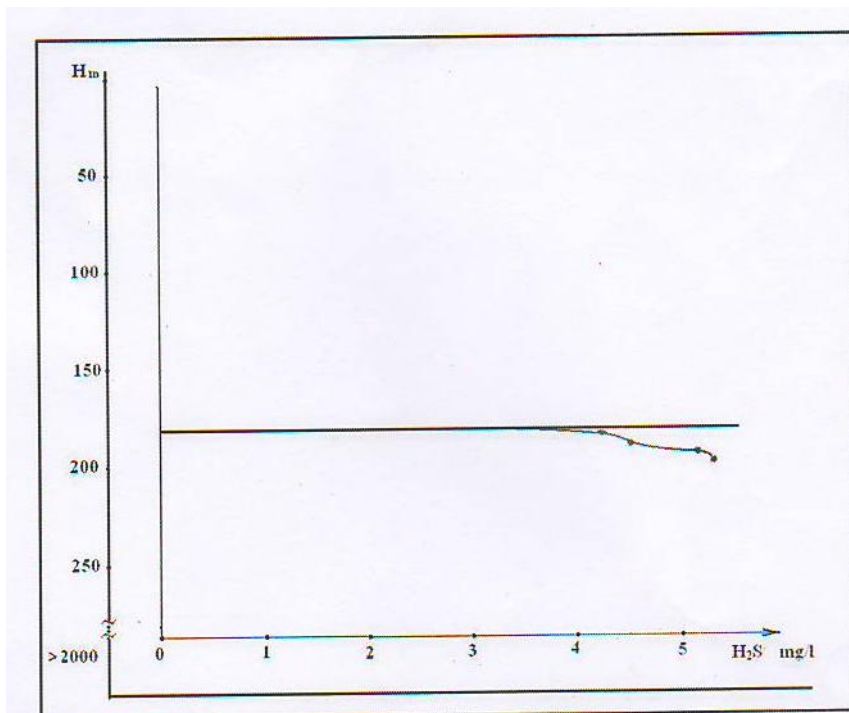
concentrations: zinc- 15.2 times; copper – 5.62 times; nickel – 11.6 times; arsenic -3.1 times; lead – 3.09 times; phenols – 10 times.

We found scientific material about the presence and distribution of hydrogen sulfide in the Black Sea [cyclowiki.org/wiki:blacksea-education.ru]. According to the analysis of this source, hydrogen sulfide was discovered in 1890 by Russian oceanographic explorers. By their information, 90 % of the sea water volume contained large amounts of hydrogen sulfide. In the central part of the sea, the hydrogen sulfide layer was revealed at about 100 m depth and near the coast at 200-300 m depth. According to the research of 1990, the depth distribution of hydrogen sulfide is disadvantageous and the dynamics of its distribution increases by the forecast for 1990-2020. As estimated, by 2010 in the central part of sea the hydrogen sulfide layer will have been at only 15 meter depth. Unfortunately, we could not examine it at the site (because of the lack of funds).

In general, it is recognized that the depth distribution of hydrogen sulfide in the Black Sea is 150-200 m from the surface. There are two versions about the existence of the hydrogen sulfide in the Black Sea:

- Reduction of sulfate by sea bacteria during the disintegration of organic residues.
- Emission of the gas from the cracks of the Black Sea seabed.

Despite the fact that a valid version about the origin of hydrogen sulfide in the Black Sea has not been accepted yet, we assume that the version about the emission of the gas from the cracks in the seabed is correct. This view was reinforced by the fact that, in geological studies performed in the Georgian area adjacent to the Black Sea, hydrogen sulfide minerals were found. There are known several occurrences of the release of hydrogen sulfide from the Black Sea into the atmosphere (in 1927 in the Crimea during the earthquake; in 2007 in New Athos, Georgia, and in 2010 in the resort of Koblevo, Nikolaev Region, Ukraine). The society is concerned that hydrogen sulfide can explode, but scientists refute this probability [www.google.com].



Changes in the content of hydrogen sulfide in the depth of the sea (H_m – the sea depth from the surface, in meters; H_2S – the content of hydrogen sulfide, mg/l)

In the scope of the Project plan and within our ability, on 5 July, 2015, in the territorial waters of Georgia, about 3 miles from Poti, Coordinates: X = 715709.75; Y = 4667877.46, the diffusion layer of hydrogen sulfide was studied, which gave us the following results: the content of hydrogen sulfide at the 200 m depth from the surface – 5.2 mg/l; 195 m – 5.1 mg/l; 190 m – 4.47 mg/l;

185 – 4.2 mg/l (see the figure). It seems that the margin of hydrogen sulfide distribution is at the 180 m depth, which is basically the same as the recognized figure for today.

Conclusion:

- The Black Sea water is polluted with heavy metals, however, generally, due to the ecological state, according to the recommendations of the European Economic Relations Board, the sea water quality is satisfactory and mostly placed in class I-II.
- Hydrogen sulfide distribution in the Black Sea is the same as the recognized figure, and, in the territorial waters of Georgia, its margin is at the 180 m depth.

The Project is financially supported by Shota Rustaveli National Science Foundation (Grant Project #FR/115/9-180/13). Any opinion expressed by the authors of this publication may not reflect the viewpoints of Shota Rustaveli National Science Foundation.

REFERENCES

1. R. Diakonidze, E. Shengelia, G. Chakhaia, L. Tsulukidze, Z. Varazashvili, T. Supatashvili. Evaluation of the Black Sea Water Quality in the Borders of Georgia. /V International Scientific and Technical Conference on Modern Problems of Water Management, Environmental Protection, Architecture and Construction, dedicated to the 95 anniversary of Academic Tsotne Mirtskhulava, 16-19 July, 2015, Tbilisi, pp 69-72.
2. R. Diakonidze, G. Chakhaia, L. Tsulukidze, Z. Varazashvili, P. Sichinava, I. Khubulava, G. Omsarashvili. The recommendation on the ecological safety of the Black Sea coastal zone from marine waves impact. //Transactions of the Water Management Institute of Georgian Technical University, 2012, No. 67, pp. 45-48.
3. R. Diakonidze, G. Chakhaia, L. Tsulukidze. Protection of the ecological security of the Black Sea shore from marine abrasive processes through regulation of sedimentary runoff. //Hydroengineering, 2012, No. 1-2 (11-12), pp. 12-26.
4. G. Gavardashvili, G. Chakhaia, R. Diakonidze et al. The investigation of the Black Sea coastal zone. / International Scientific and Technical Conference on Modern Problems of Water Management, Environmental Protection, Architecture and Construction, 24-31 July, 2012, Kobuleti, Georgia, pp. 23-24.
5. G. Gavardashvili, G. Chakhaia, R. Diakonidze et al. Results and Analysis of the Studies Carried out in 2011 in the Black Sea Water Area within the Borders of Georgia. /Annual BS Scientific Conference and Up-Grade BS-Scene Project Joint Conference, 1-4 November, Odessa, Ukraine, 2011, pp. 25.

РЕЗЮМЕ

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЧЕРНОГО МОРЯ

Диаконидзе Р.В., Шенгелия Е.Г., Гавардашвили Г.В., Чахая Г.Г., Цулукидзе Л.Н.,

Супаташвили Т.Л., Варазашвили З.Н.

Институт водного хозяйства Тбилисского технического университета им. Цотне Мирцхулава

Статья посвящена признанной международной проблемой оценке экологического состояния Черного моря в границах территориальных вод Грузии. На первом этапе оценивается фоновое загрязнение вод Черного моря. Определено распространение сероводорода на глубине в трех милях от берега.

Ключевые слова: Черное море, сероводород, экологическая катастрофа, качество воды.

ორბანული მასალის სვერული ლინზების დამზადება ოპტიკური ხელსაწყოებისთვის

დოლიძე ს.გ., ზარდიაშვილი დ.გ., ავალიანი ი.მ., კორძაია ი.ი.

სსიპ ინსტიტუტი „ოპტიკა“

ოპტიკურ ხელსაწყოებში ოპტიკური დეტალების დასამზადებლად იყენებენ ელექტრომაგნიტური ტალღების ამა თუ იმ დიაპაზონისათვის გამჭვირვალე ბუნებრივ და სინთეტიკურ მასალებს, მონოკრისტალებს, მინებს (ოპტიკური მინები, ფოტოსინტალები), პოლიკრისტალებს (გამჭვირვალე კერამიკული მასალები), პოლიმერებს (ორგანული მინა) და სხვა. ამ მასალებს სხვადასხვა ოპტიკური თვისებები აქვთ სპექტრის ულტრაიისფერ, ხილულ და ინფრაწითელ არეებში.

ყველაზე ძველი და ცნობილი ოპტიკური მასალაა ჩვეულებრივი მინა, რომელიც შედგება სილიციუმის დიოქსიდისა (SiO_2) და სხვა ნივთიერებათა ნარევისაგან. ტექნოლოგიის განვითარებამ და მოთხოვნილებების სიმკაცრემ ოპტიკური ხელსაწყოების დახვეწასთან ერთად გამოიწვია განსაკუთრებული კლასის ტექნიკური მინების – ოპტიკური მინების შექმნის აუცილებლობა. სხვა მინებისაგან ის გამოირჩევა განსაკუთრებით მაღალი გამჭვირვალეობით, სისუფთავით, უფერულობით, ერთგვაროვნებით და მკაცრად ნორმირებული გარდატეხის მაჩვენებლით, აგრეთვე დისპერსიით.

გასული საუკუნის 30-იან წლებში ავიაციის განვითარებამ აუცილებელი გახდა ოპტიკური მინის ჩანაცვლება არამსხვრევადი, საკმარისად მტკიცე და დრეკადი ოპტიკურად გამჭვირვალე ორგანული მასალით. ამ თვისებებით გამოირჩეოდა ე.წ. ორგანული მინა, თუმცა ის დღევანდელ მოთხოვნებს ავიაციასა და, მით უმეტეს, კოსმონავტიკაში ვეღარ აკმაყოფილებს.

ოპტიკაში პოლიმერული მასალების სულ უფრო მზარდ გამოყენებას განაპირობებს მათი დაბალი ღირებულება, დამუშავების მეთოდების შედარებითი სიმარტივე და მაღალი წარმადობა, აგრეთვე ერთ დეტალში მექანიკური და ოპტიკური ფუნქციების ოპტიმალური შეთავსება.

პოლიმერული ოპტიკა ემსახურება ისეთი ტექნიკური ამოცანების გადაწყვეტას, როგორებიცაა ხელსაწყო მასის შემცირება და ოპტიკური დეტალების კონსტრუქციების ტექნოლოგიურად გაუმჯობესება, ოპტიკური წარმოების ეფექტურობის გაზრდა და ა.შ. [1]

ორგანული ოპტიკური დეტალების დამზადებისათვის იყენებენ პოლიმერული მასალების დამუშავების სხვადასხვა მეთოდს (ჩამოსხმა დაწნევით, დაპრესვა, პოლიმერიზაცია, მექანიკური დამუშავება, დაშტამპვა), რომლებიც ერთმანეთისგან განსხვავდებიან წარმოების წარმადობით და მიღებული დეტალების სიზუსტით.

დაწნევით ჩამოსხმა იძლევა ნებისმიერი ფორმის და სირთულის ოპტიკური დეტალების წარმოების პროცესის სრული ავტომატიზაციის საშუალებას.

დაპრესვა ეფექტურია, ძირითადად, დიდი ზომის და სხვადასხვა სისქის დეტალების წარმოებაში. მას იყენებენ ოპტიკური დეტალების სერიულ წარმოებაში, თუმცა წარმადობით ეს მეთოდი დაწნევით ჩამოსხმის მეთოდს ჩამორჩება.

დაშტამპვის მეთოდს იყენებენ დიდი ზომის ოპტიკური დეტალების მისაღებად, რომელთა სხვა მეთოდით დამზადება დიდი გაბარიტების და ძვირადღირებული დანადგარების გამოყენებას მოითხოვს.

პოლიმერიზაციის (თერმოაქტიური პოლიმერების) მეთოდი გამოიყენება მცირე რაოდენობის და მაღალხარისხიანი ოპტიკური ხელსაწყოების წარმოებაში, სადაც ოპტიკურ დეტალებს, მაგალითად, შმიდტის კორექციული ფირფიტები, კონტაქტური

ლინზები და სხვ. უყენებენ ისეთ მაღალ მოთხოვნებს, როგორებიცაა ზედაპირების მაღალი ხარისხი და მასალის ერთგვაროვნება.

მექანიკური დამუშავების მეთოდიც მცირე მასშტაბის წარმოებაში გამოიყენება, სადაც დასაპრესი და ჩამოსასხმელი დანადგარების გამოყენება ეკონომიკურად გაუმართლებელია. ოპტიკური დეტალების მექანიკური დამუშავებისას ოპტიკური მასალის ნამზადიდან ნამეტის მოხსნა და საჭირო პროფილის ფორმირება ხორციელდება მთელი რიგი მექანიკური ოპერაციების თანმიმდევრული შესრულებით: საჭრისით ჩარხვა, მჭრელი ალმასის ან აბრაზიული მარცვლებიანი ინსტრუმენტებით ხეხვა, მიხეხვა წყლიანი სუსპენზიით, ხეხვა ასაპრიალებელი ფხვნილებით და პასტებით. ამ ოპერაციების მიზანია დასამუშავებელი ზედაპირისთვის ზუსტი ფორმისა და ზომების მიცემა და მიკრო-უსწორმასწორობების, ანუ ზედაპირის სიმქისის მინიმუმამდე დაყვანა. ამ მიზნის მისაღწევად ირჩევენ დამუშავების გარკვეულ ტექნოლოგიურ სისტემას: დაზგა – სამაგრი – ინსტრუმენტი - დეტალი (დსიდ).

დეტალის ოპტიკური სიზუსტით დამუშავება მიიღწევა დასამუშავებელი ზედაპირისა და ინსტრუმენტის მუშა ზედაპირის თავისუფალი მიხეხვით. ნამზადი და ინსტრუმენტი (მხეხავი) დამუშავების პროცესში წარმოადგენენ ორი დეტალისგან შემდგარ მესამე კლასის კინემატიკურ წყვილს.

დსიდ სისტემების ძირითადი დამახასიათებელი ნიშნებია:

- დეტალი-ინსტრუმენტი კინემატიკური წყვილის შეერთების გეომეტრიული ან ძალოვანი ხერხი, რაზეც დამოკიდებულია დასამუშავებელი ზედაპირის პროფილის სიზუსტე;
- ინსტრუმენტისა და დასამუშავებელი ზედაპირის შეხების ფორმა – წერტილოვანი, ხაზოვანი, ზედაპირული, რაზეც დამოკიდებულია ზედაპირის პროფილის გეომეტრიული სრულყოფილება და სისუფთავის მიღწევადი კლასი.

ცნობილი **დსიდ** სისტემებიდან ჩვენ ავირჩიეთ ძალოვანი ჩაკეტვის ხერხით ერთმანეთთან ზედაპირებით დაკავშირებული დეტალი-ინსტრუმენტის კინემატიკური წყვილი.

ამ სისტემის გამოყენებით შესაძლებელია თითქმის იდეალური სფერული ზედაპირების ფორმირება. [2]

ინსტიტუტში „ოპტიკა“ პოლიმერული ოპტიკური მასალების მინიმალური სახეობების და საკუთარი პროგრამული უზრუნველყოფის გამოყენებით განხორციელდა არსებულ სტანდარტებთან მიახლოებული და ტექნოლოგიურად გამარტივებული რამოდენიმე სახეობის ოპტიკური სისტემის – 2-, 3- და 4-ლინზიანი ოკულარებისა და ობიექტივების – პროექტირება, გათვლა და დამზადება.

აღნიშნული ოპტიკური სისტემების დასამზადებლად ჩვენ გამოვიყენეთ განსხვავებული გარდატეხის მაჩვენებლების და სხვადასხვა მექანიკური თვისებების მქონე პლასტიკური მასალები: PMMA ($n=1,5$), CR39 ($n=1,5$), MR7 ($n=1,67$), MR8 ($n=1,6$). ჩვენს მიერ გათვლილი და დამზადებული ორმხრივ ამოზნექილი, ორმხრივ ჩაზნექილი, ჩაზნექილ-ამოზნექილი პოლიმერული ლინზების დიამეტრები იცვლება 20-დან 100მმ-მდე, ხოლო სფერული ზედაპირების სიმრუდის რადიუსები – 12მმ-დან ∞-მდე.

ლინზების დამზადების პროცესი რამდენიმე ეტაპისგან შედგება:

1. არჩეული მასალის ბრიკეტის ტაბლეტირება და სათანადო სიმრუდის რადიუსების მქონე ნამზადის ფორმირება ხდება მაღალი სიზუსტის სახარატო ჩარხზე ТПК-125, რომელიც აღჭურვილია SIEMENS-ის პროგრამული მართვის სისტემით (ნახ. 1).



სურ. 1. სახარატო ჩარხი TTK-125 SIEMENS-ის პროგრამული მართვის სისტემით

2. დსიდ სისტემის (ძალოვანი ჩაქეცვა, ზედაპირული კონტაქტი) გამოყენებით სახეს ჩარხზე 3IIIИ-320 (ნახ. 2) მიიღება საჭირო სიმრუდეების მქონე დეტალები (ლინზა, მენისკი). ხეხვისთვის გამოიყენება სამი სხვადასხვა მარცვლოვნობის მქონე სილიკონ-კარბიდის ზუმფარა, რომელიც ეკვრება ჩვენს მიერ პლასტიკური მასალისგან დამზადებულ ინსტრუმენტებზე (შესაბამისი რადიუსისა და დიამეტრის მქონე სფერული „ფიალა“ და სოკოსებრი სახეხი, ე.წ. „სოკო“) (ნახ. 3,4). დეტალის ზედაპირის ფორმირება და სისუფთავის საბოლოო დონის მიღწევა ხდება ინსტრუმენტისა და დეტალის სველი (წყლიანი) მიხეხვით. მიღებული დეტალის პროფილის სიმრუდეების გადამოწმება ხდება ჩვენს მიერ შექმნილი სფერომეტრის საშუალებით. არასასურველი შედეგის მიღების შემთხვევაში შესაძლოა პროცესის გამეორება დროითი რეჟიმის შერჩევით ზუმფარის ყოველი ფრაქციისათვის.

3. ლინზების გაპრიალებისთვის გამოიყენება ანალოგიური დსიდ სისტემა, ოღონდ იმ განსხვავებით, რომ მიხეხვა ხდება სპეციალური სუსპენზიის გამოყენებით.



სურ. 2. სახეხი ჩარხი 3IIIИ-320



სურ. 3. სახეხი ინსტრუმენტები



სურ. 4. სფერომეტრი

4. საბოლოო ეტაპზე ხდება ლინზების ზედაპირების საბოლოო გასუფთავება და ვაკუუმურ დანადგარში სპეციალური ტექნოლოგიით მათი დაფარვა ოპტიკური ფენით, რომლის მიზანია ლინზების გასხივოსნება და მათი ზედაპირების დაცვა მექანიკური დაზიანებისგან.

დამზადებული და შემოწმებული ლინზები გადაეცემა საამწეობო უბანს.

ამრიგად, ინსტიტუტში „ოპტიკა“ ათვისებულია გარკვეული ტიპის ოპტიკური ხელსაწყოებისთვის პოლიმერული ოპტიკური მასალებისაგან ოპტიკური დეტალების პროექტირება-გათვლა-დამზადების სრული ციკლი.

ლიტერატურა

1. Справочник технолога-оптика под редакцией М.А. Окатова. -Санкт-Петербург, Политехника, 2004, 429 с.
2. Технология оптических деталей под редакцией М.Н. Семибратова. - М.: Машиностроение, 1985, 101 с.

SUMMARY

PRODUCTION OF SPHERICAL LENSES FROM ORGANIC MATERIALS FOR OPTICAL INSTRUMENTATION

Dolidze S.V., Zardiashvili D.G., Avaliani I.M. and Kordzakhia I.I.

LEPL Institute “Optica”

The paper deals with designing and production of polymer optical components for optical instrumentation at LEPL Institute “Optica”.

Keywords: optics, lenses, polymer materials, polishing.

О КИНЕТИКЕ БИМОЛЕКУЛЯРНОЙ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ

Дочвири Б.М., Сохадзе Г.А., Ткемаладзе Г.Ш., Махашвили К.А.

Тбилисский государственный университет им. Ив. Джавахишвили
Грузинский технический университет

1. Основная часть

Кинетика химических реакций (химическая кинетика) изучает скорость реакции. Математическая теория химической кинетики занимается построением детерминистических и вероятностных моделей, описывающих химические процессы. С помощью этих моделей исследуется именно химическая кинетика. Причем для построения детерминистических моделей используются дифференциальные (интегральные) уравнения и химический процесс описывается с помощью действительных непрерывных функций времени [1,2]. В вероятностных моделях химической кинетики число молекул реагента (продукта) является случайной величиной. В этом случае основной задачей является нахождение распределения и числовых характеристик этой случайной величины [3,4]. Следует отметить, что в построении вероятностных моделей химических, а также биологических процессов существенную роль играют методы случайных процессов, особенно методы марковских процессов. Построены, например, модели роста популяций, эпидемий, частот генов, унимолекулярных, бимолекулярных, мономолекулярных цепных реакций и другие [3].

В настоящей работе для одного класса химических реакций построение модели бимолекулярной реакции сведено к построению модели определенного вида унимолекулярной реакции. Получены явные выражения траекторий продукта, скорости реакции, а также математических ожиданий и дисперсий этих величин.

Рассмотрим вкратце детерминистические модели унимолекулярных и бимолекулярных реакций [2,3]. Пусть рассматривается реакция $a \xrightarrow{k} x$, где $k > 0$ является константой скорости реакции. Обозначим концентрации реагента a и продукта x в момент времени $t \geq 0$ через $a(t)$ и $x(t)$. Причем, $a(0) > 0$ и $x(0) = 0$. Согласно основной аксиоме детерминистической теории химической кинетики, скорость реакции (скорость концентрации продукта) пропорциональна действующей массе, что записывается с помощью следующего уравнения

$$v_x(t) = \frac{dx(t)}{dt} = k(a(0) - x(t)) = ka(t). \quad (1)$$

Отсюда интегрированием на временном интервале $[0, t]$ легко получаем следующие соотношения:

$$a(t) = a(0)e^{-kt}, \quad (2)$$

$$x(t) = a(0)(1 - e^{-kt}). \quad (3)$$

С помощью соотношений (2) и (3) для любого момента времени $t \geq 0$ легко получим явные аналитические выражения для скоростей преобразования реагента a и образования продукта x . В самом деле, имеем

$$V_a(t) = \frac{da(t)}{dt} = -ka(0)e^{-kt}, \quad (4)$$

$$V_x(t) = \frac{dx(t)}{dt} = ka(0)e^{-kt}, \quad (5)$$

откуда для начальных скоростей будем иметь $V_a(0) = -ka(0)$ и $V_x(0) = +ka(0)$.

Рассмотрим теперь такой класс бимолекулярных реакций вида $a_1 + a_2 \rightarrow x$, когда сталкивается пара молекул двух реагентов, в результате чего образуется одна молекула продукта. Обозначим концентрации (числа молекул) реагентов и продукта в момент времени $t \geq 0$ через $a_1(t)$, $a_2(t)$ и $x(t)$, причем $a_1(0) > 0$, $a_2(0) > 0$, $x(0) = 0$. В этом случае аналог уравнения (1) имеет следующий вид

$$V_x(t) = \frac{dx(t)}{dt} = k[(a_1(0) - x(t))(a_2(0) - x(t))], \quad (6)$$

откуда интегрированием на временном интервале $[0, t]$ легко получаем, что

$$x(t) = a_1(0)a_2(0) \frac{e^{kt(a_2(0)-a_1(0))} - 1}{a_2(0)e^{kt(a_2(0)-a_1(0))} - a_1(0)} \quad (7)$$

Откуда легко получить выражение скорости реакции для любого момента времени $t \geq 0$.

Следует отметить, что, если концентрации реагентов a_1 и a_2 равны, $a_1(t) = a_2(t)$, $t \geq 0$, то легко видеть, что из (7) получаем неопределенность вида $\frac{0}{0}$. Кроме этого в случае уже трех реагентов из аналога уравнения (6) получение явного выражения для продукта $x(t)$ является весьма трудной математической задачей и, в принципе, нерешаема аналитически.

2. Основные результаты

Постараемся теперь построить модель бимолекулярной реакции, используя для этой цели не уравнение (6), а иной подход для нахождения явного выражения траектории продукта $x(t)$.

Обозначим

$$\begin{aligned} a_1(0) - x(t) &= a_1(t), \\ a_2(0) - x(t) &= a_2(t) \end{aligned} \quad (8)$$

Мы предполагаем, что одна молекула продукта образуется только после соударения по одной молекуле реагентов.

Имеем

$$a_1(0) + a_2(0) - 2x(t) = a_1(t) + a_2(t). \quad (9)$$

Перепишем соотношение (9) в следующем виде, справедливость которого легко проверится:

$$\begin{aligned} 2 \min(a_1(0), a_2(0)) + \sum_{i=1}^2 [a_i(0) - \min(a_1(0), a_2(0))] - 2x(t) &= \\ = 2 \min(a_1(t), a_2(t)) + \sum_{i=1}^2 [a_i(t) - \min(a_1(t), a_2(t))], \end{aligned} \quad (10)$$

где $\min(x, y)$ обозначает минимальное среди чисел x и y .

Заметим теперь, что в соотношении (10) для любого момента времени $t \geq 0$ выполняется равенство

$$\sum_{i=1}^2 [a_i(0) - \min(a_1(0), a_2(0))] = \sum_{i=1}^2 [a_i(t) - \min(a_1(t), a_2(t))] \quad (11)$$

Сформулируем еще раз наши предположения и основной результат.

Предположение 1. Одна молекула продукта x образуется только после соударения по одной молекуле реагентов a_1 и a_2 .

Предположение 2. В качестве действующей массы, вместо произведения концентраций (действующих масс) реагентов a_1 и a_2 , мы принимаем сумму числа молекул реагентов $a_1(t) + a_2(t)$, $t \geq 0$.

Предположение 3. Мы принимаем основную аксиому детерминистической теории химической кинетики, согласно которой скорость образования продукта пропорциональна действующей массе. Это т.н. закон действующих масс.

Сформируем основной результат в виде следующего предположения.

Предложение 1. Пусть выполнены предположения 1-3. Тогда для бимолекулярной реакции с участием реагентов a_1 и a_2 справедливы следующие соотношения:

$$\min(a_1(0), a_2(0)) - x(t) = \min(a_1(t), a_2(t)) \quad (12)$$

$$V_x(t) = \frac{dx(t)}{dt} = k[\min(a_1(0), a_2(0)) - x(t)] \quad (13)$$

Таким образом, изучение кинетики бимолекулярной реакции для реагентов a_1 и a_2 сведена к изучению кинетики унимолекулярной реакции для реагента $\min(a_1, a_2)$. Что касается соотношения (12), то оно непосредственно получается согласно соотношений (10) и (11).

Для построения вероятностной модели унимолекулярной реакции $\min(a_1, a_2) \rightarrow x$ приведем еще одно предположение из [3].

Предположение 4. Реагенты a_1 и a_2 статистически независимы и вероятность обратной реакции $x \rightarrow \min(a_1, a_2)$ равна нулю.

Используя уравнение (8.6) из [3] для вероятности $P(t) = P\{\min(a_1(t), a_2(t)) = a\}$, $a = 0, 1, \dots, \min(a_1(0), a_2(0))$ получим явные выражения для математических ожиданий и дисперсий величин $\min(a_1(t), a_2(t))$ и $x(t)$.

Предложение 2. Пусть рассматривается реакция вида $\min(a_1, a_2) \xrightarrow{k} x$ и выполнены предположения 1-4. Тогда справедливы следующие соотношения:

$$E(\min(a_1(t), a_2(t))) = \min(a_1(0), a_2(0))e^{-kt} = \min(a_1(t), a_2(t)) \quad (14)$$

$$E(x(t)) = \min(a_1(0), a_2(0))(1 - e^{-kt}) = x(t) \quad (15)$$

$$D(\min(a_1(t), a_2(t))) = D(x(t)) = \min(a_1(0), a_2(0))e^{-kt}(1 - e^{-kt}) \quad (16)$$

Из (14), (15) мы видим, что $\min(a_1(t), a_2(t)) \rightarrow \min(a_1(0), a_2(0))$, $x(t) \rightarrow x(0) = 0$, при $t \rightarrow 0$, а $\min(a_1(t), a_2(t)) \rightarrow 0$, $x(t) \rightarrow x(\infty) = \min(a_1(0), a_2(0))$, при $t \rightarrow \infty$. С помощью соотношений (14) и (15) мы можем найти в любой момент времени $t \geq 0$ скорости преобразования реагента $\min(a_1(t), a_2(t))$ и продукта $x(t)$. Имеем

$$V_{\min(a_1(t), a_2(t))}(t) = \frac{d \min(a_1(t), a_2(t))}{dt} = -k \min(a_1(0), a_2(0))e^{-kt} \quad (17)$$

$$V_x(t) = \frac{dx(t)}{dt} = +k \min(a_1(0), a_2(0))e^{-kt} \quad (18)$$

Откуда для начальных скоростей в момент времени $t = 0$ получаем соответственно $-k \min(a_1(0), a_2(0))e^{-kt}$, $k \min(a_1(0), a_2(0))e^{-kt}$.

Заметим, что выражения (14) и (15) мы могли получить с помощью аналога уравнения (1) для величин $\min(a_1(t), a_2(t))$ и $x(t)$. Однако следует отметить, что построенные вероятностные модели (14) и (15) дают возможность вычисления дисперсий (16), которые являются очень важными характеристиками при анализе химической кинетики.

Что касается параметра моделей химических реакций – константы скорости реакции k , то для её оценки можно использовать соотношение

$$k = \frac{1}{t} \ln \frac{\min(a_1(0), a_2(0))}{\min(a_1(0), a_2(0)) - x(t)} \quad (19)$$

Действительно, если имеется возможность проведения эксперимента и получения эмпирических данных, то для моментов t_1, \dots, t_m у нас будет выборка $(x, k) = (x(t_1), k_1), \dots, (x(t_m), k_m)$. С помощью этой выборки, используя статистические методы, можно получить различные точечные (интервальные) оценки константы скорости реакции k , а также провести регрессионный анализ.

Интересно заметить, что с помощью соотношений (15), (16) и (18) можно вычислить математическое ожидание и дисперсию скорости реакции $V_x(t)$. В самом деле, имеем

$$V_x(t) = k \min(a_1(0), a_2(0)) e^{-kt} = k \left[\min(a_1(0), a_2(0)) e^{-kt} - \min(a_1(0), a_2(0)) + \min(a_1(0), a_2(0)) \right] = -kx(t) + k \min(a_1(0), a_2(0)), \quad (20)$$

$$E(V_x(t)) = -k \min(a_1(0), a_2(0)) (1 - e^{-kt}) + k \min(a_1(0), a_2(0)) = k \min(a_1(0), a_2(0)) e^{-kt} \\ D(V_x(t)) = k^2 \min(a_1(0), a_2(0)) e^{-kt} (1 - e^{-kt}) \quad (21)$$

Таким образом, если у нас имеется оценка константы скорости реакции k , то для любого момента времени $t \geq 0$ мы можем вычислить математические ожидания (средние значения) и дисперсии (отклонения от средних значений) $E(x(t))$, $D(x(t))$, $E(V_x(t))$ и $D(V_x(t))$ величин $x(t)$ и $V_x(t)$, которые являются весьма важными числовыми характеристиками для экспериментаторов.

Суммируем теперь основные результаты работы:

1. Бимолекулярную реакцию вида $a_1(t) + a_2(t) \xrightarrow{k} x(t)$ для реагентов a_1 и a_2 можно описать унимолекулярной реакцией вида $\min(a_1(t), a_2(t)) \xrightarrow{k} x(t)$ для одного реагента $\min(a_1, a_2)$ с помощью модели (15).

2. Для любого момента времени $t \geq 0$ получены явные аналитические выражения средних значений и дисперсий: $E(x(t))$, $E(V_x(t))$, $D(x(t))$, $D(V_x(t))$ для продукта $x(t)$ и скорости реакции $V_x(t)$.

3. Если начальные числа молекул (начальные концентрации) реагентов a_1 и a_2 совпадают $a_1(0) = a_2(0)$, то модель унимолекулярной реакции и в этом случае имеет вид (15).

ЛИТЕРАТУРА

1. Доис Э. Количественные проблемы биохимии. -М., Мир, 1983, 374 с.
2. Березин И., Клесов А. Практический курс химической и ферментативной кинетики. -М., МГУ, 1976, 370 с.
3. Баруча-Рид А. Элементы теории марковских процессов и их приложения. -М., Наука, 1969, 511 с.
4. Dochviri B., Partukhia O., Sokhadze G., Tkemaladze G. On one stochastic model of a chemical reaction. //Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences, 2013, vol.7, No.2, pp.92-96.

SUMMARY

ON THE KINETICS OF A BIMOLECULAR CHEMICAL REACTION

Dochviri B.M., Sokhadze G.A., Tkemaladze G.Sh. and Makhshvili K.A.

Iv. Javakhishvili Tbilisi State University

Georgian Technical University

For one class of chemical reactions, the problems of kinetics of a bimolecular reaction are reduced to the problems of unimolecular reaction kinetics. Explicit analytical expressions were derived for product trajectories and the reaction rate, as well as for mathematical expectations and dispersions of these values.

Keywords: reagent, product, reaction rate, kinetics, model.

კარიერული წყლების ბაზემენტის ტექნოლოგიის დამუშავება საპილოტი
დანაღბარზე

ჩხუბიანიშვილი ნ.გ., ქავთარაძე მ.ლ., მჭედლიშვილი გ.ს., ქრისტესაშვილი ლ.ვ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

საწარმოო ჩამდინარე წყლების ზედაპირულ წყლებში ჩაშვების შედეგად გამოწვეული ეკოლოგიური ზარალი ქმნის მნიშვნელოვან ეკოლოგიურ პრობლემებს.

სამთო-გადამამუშავებელი საწარმოები და კარიერული წყლები წარმოადგენენ მძიმე ლითონებით ზედაპირული წყლების გაჭუჭყიანების მძლავრ წყაროს. ამ საწარმოებიდან გარემოში დიდი რაოდენობით გატყორცნილი მძიმე და ფერადი ლითონები არამარტო ძვირფასი და დეფიციტურია, არამედ ძლიერ ტოქსიკურია.

კვლევის ობიექტს წარმოადგენდა ს/ს მადნეულის სამთო გადამამუშავებელი კომბინატის კარიერული წყლები, რომლებიც შეიცავენ: სპილენძის, თუთიის, რკინის, კადმიუმისა და სხვა ლითონთა იონებს, რომელთა კონცენტრაცია რამდენჯერმე აღემატება ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციას.

ჩვენს მიერ დამუშავებული იყო ჩამდინარე წყლების გაწმენდის ელექტროდიალიზური მეთოდი, რომელიც ითვალისწინებდა კარიერული წყლებიდან ელექტრომემბრანული მეთოდით მძიმე ლითონების შემცველი წყლების გაწმენდისა და ერთდროულად ლითონთა იონების კონცენტრატების მიღებას. გამოვიყენეთ ლაბორატორიული ელექტროდიალიზის აპარატი, რომელიც შედგება შემდეგი ელემენტებისაგან [1]:

1. თხელი, მოქნილი ფურცლის ფორმის იონიტური მემბრანებისაგან (MK-40 და MA-40). მემბრანას ჰქონდა ნახვრეტი გასაწმენდი და საკონცენტრაციო ხსნარების მოძრაობის მიმართულების უზრუნველსაყოფად. თითოეული მემბრანის ფართი აპარატში არის 160 მ²;

2. შუასადები ტიპის კორპუსის ჩარჩოებისაგან, რომლებიც განკუთვნილი იყო აპარატის სამუშაო კამერების წარმოსაქმნელად. გასაწმენდი და საკონცენტრაციო ხსნარების თანაბარი განაწილებისა და შეკრებისათვის კამერების კვეთის მიხედვით კამერის ჰერმეტიკობის შესამჭიდროველად;

3. სეპარატიული ბუდეებისაგან (ტურბულიზატორები), რომლებიც განკუთვნილი იყო მეზობელი მემბრანების შეხების თავიდან ასაცილებლად და ნადების ტურბულიზაციის საჭირო ხარისხის შესაქმნელად. სეპარატორების მასალას წარმოადგენდა გოფირებული კალანდრული ვინიპლასტი;

4. ბუფერული ჩარჩოებისაგან, რომლებიც ემსახურებოდნენ ბუფერული კამერების გარეცხვას და უზრუნველყოფდნენ ელექტროდიალიზის პროდუქტების გადატანას აირწარმოქმნის ჩათვლით;

5. გამყოფი ჩარჩოებისაგან, რომლებიც უზრუნველყოფდნენ დიალიზატორის სამუშაო კამერებში ხსნარების თანაბარ განაწილებას და გამოყვანას. მათზე დამაგრებული იყო მოპლატინებული ელექტროდები;

6. მომჭერი ფილებისაგან, რომლებიც ემსახურებოდნენ ელექტროდიალიზატორის პაკეტების შეკუმშვას.

ელექტროდიალიზატორის აპარატის ძირითადი ბლოკის ელექტრული ნაწილი შედგება: დენის გარდამქმნელისაგან, ცვლადი დენის გამართვისათვის; ტრანსფორმატორისაგან, მაღალი ძაბვის უზრუნველსაყოფად; ლატრისაგან, ძაბვის რეგულირებისათვის; ელექტროკვების ბლოკის დაფისაგან, რომელზეც განლაგებულია გამზომი ხელსაწყოები, ვოლტმეტრი, ამპერმეტრი, მანომეტრი და როტამეტრი.

ხსნარის გაწმენდისა და ლითონთა კონცენტრაციის ტექნოლოგიური პროცესების დადგენის მიზნით, ელექტროდიალიზატორზე სამუშაოები ჩავატარეთ ორ-საფეხურად.

ელექტროდიალიზატორ-კონცენტრატორში საკვლევი ხსნარის გაწმენდის, კონცენტრატის კონცენტრაციის ზრდასთან ერთად, დროდადრო შეიმჩნეოდა კონცენტრატის გამოდინების უწყვეტი ნაკადი. შესაბამისად წარმოიქმნებოდა მაღალი

დენი, იზრდებოდა ტემპერატურა და იქმნებოდა მემბრანაზე წყლის აორთქლებისა და მარილების გამოლექვის საფრთხე. ამ მოვლენის თავიდან აცილების მიზნით ლაბორატორიულ დიალიზატორზე ჩავატარეთ ცდები ოპტიმალური პირობებისაგან განსხვავებით, დენის დაბალ სიმკვრივეზე.

I საფეხური: ძაბვა 200 ვოლტი, დენის სიმკვრივე $i=2,5$ მამპ/სმ²

II საფეხური: ძაბვა 200 ვოლტი, დენის სიმკვრივე $i=0,95$ მამპ/სმ²

პროცესს ვატარებდით 10 სთ-ის განმავლობაში.

წყლის გაწმენდა მიმდინარეობდა სტაბილურად, მაგრამ ადგილი მაინც ჰქონდა წყლის გაცხელებას. ამ მოვლენის თავიდან აცილების მიზნით შევარჩიეთ ცილინდრული ფორმის კოლექტორი და გამოყვანი კონფუზურული არხი, ხვრელის ზომით - 2მმ, კოლექტორიდან კონცენტრატის წვეთ-წვეთობით გამოდინების უზრუნველსაყოფად, რაც პროცესში გამორიცხავდა მაღალი დენების წარმოქმნას, ტემპერატურის აწევას, ელექტროდიალიზატორში და კოლექტორში მარილის გამოლექვასა და დენის გადინების მაღალ ხარისხს.

აღნიშნული ცვლილებები შეეიტანეთ კომბინირებულ საპილოტე სტენდზე მონტაჟის დროს [2]. მიზანშეწონილად ჩავთვალეთ, რომ ცდები, რომლებიც ტარდებოდა სორბციულ სვეტებში და სორბენტად გამოყენებული იყო კალციტი, ხშირად ირღვეოდა ელექტროდიალიზატორში ხსნარის უწყვეტი მიწოდება, რის გამოც სორბციული სვეტები შეეცვალეთ ავტოკლაავებით და შუალედური საცავით.

ავტოკლაავში მორევის პირობებში ემატებოდა კალციტი (1გ/ლ) და 30-35 წთ დამუშავების შემდეგ იფილტრებოდა და გადაიტანებოდა საცავში.

მოდელური დანადგარის გამოცდა ჩატარდა ნატურალურ კარიერულ წყლებზე. პილოტური მოდელური დანადგარი მუშაობდა ცირკულარულ რეჟიმში. შედეგები შეტანილია ცხრილში 1.

ცხრილი 1.წინასწარ დამუშავებული მიძიე ლითონთა შემცველი ხსნარის ელექტროდიალიზი

I საფეხური $i=2,5$ მამპ/სმ² ; $V= 2$ ლ/სთ

№	ქიმიური მაჩვენებლები	საწყისი ხსნარის შედგენილობა	გამოცდის ხანგრძლივობა, სთ				
			2	4	6	8	10
1	pH	4,0	7,0	6,9	6,85	6,75	6,72
2	ელექტროგამტარობა, სიმ/მ	$45 \cdot 10^{-2}$	$25 \cdot 10^{-2}$	$20 \cdot 10^{-2}$	$16 \cdot 10^{-2}$	$15 \cdot 10^{-2}$	$14 \cdot 10^{-2}$
3	Zn, მგ/ლ	500,0	250,0	170,0	38,0	35,0	35,0
4	Cu მგ/ლ	1000,0	540,0	520,0	158,0	89,0	75,0

II საფეხური $i=0,95$ მამპ/სმ² ; $V= 2$ ლ/სთ

№	ქიმიური მაჩვენებლები	საწყისი ხსნარის შედგენილობა	გამოცდის ხანგრძლივობა, სთ				
			2	4	6	8	10
1	pH	6,72	7,0	6,8	6,5	6,5	6,45
2	ელექტროგამტარობა, სიმ/მ	$14 \cdot 10^{-2}$	$85 \cdot 10^{-2}$	$54 \cdot 10^{-2}$	$40 \cdot 10^{-2}$	$12 \cdot 10^{-2}$	$74 \cdot 10^{-2}$
3	Zn, მგ/ლ	35,0	28,0	10,0	1,4	1,2	1,0
4	Cu მგ/ლ	75,0	28,0	15,0	8,2	2,6	2,3

ელექტროდიალიზატორში ცვლილებების შეტანის შედეგად დანადგარში გაცხელება არ შეიმჩნეოდა და პროცესი მიმდინარეობდა ხარვეზების გარეშე.

კარიერული წყლების გაწმენდის შეჯერებული მონაცემები წარმოდგენილია ცხრილში 2.

ცხრილი 2. კარიერული წყლების გაწმენდის შეჯერებული მონაცემები

ფიზიკურ-ქიმიური მახვენებლები	საწყისი	სორბციის შემდეგ	ელექტროდიალიზის შემდეგ	კონცენტრატი
pH	3,5	4	6,5	
ელექტროგამტარობა, სიმ/მ	$13 \cdot 10^{-2}$	$52 \cdot 10^{-2}$	$7,5 \cdot 10^{-4}$	
Cu, მგ/ლ	997	994	3	12900
Zn, მგ/ლ	500	500	1	6420
Fe, მგ/ლ	983	3	0	3
Cd, მგ/ლ	7	7	0	7

ამრიგად, მონაცემების მიხედვით შეიძლება დავასკვნათ, რომ გაწმენდილი კარიერული წყლების შედგენილობა აკმაყოფილებს მდინარეში ჩასაშვები წყლის მოთხოვნებს და შესაძლებელია იგი გამოყენებულ იქნეს, როგორც ტექნოლოგიური წყალი გამამდიდრებელ კომბინატში.

ლიტერატურა

1. ნ. ჩხუბიანიშვილი, ც. კურცხალია, ზ. სიმონია, მ. ქავთარაძე. კარიერული წყლების გაწმენდა ელექტროდიალიზური მეთოდით. //საქართველოს ქიმიური ჟურნალი №1(12), 2012, გვ. 60-62.
2. ნ. ჩხუბიანიშვილი, მ. ქავთარაძე, გ. მჭედლიშვილი, ც. კურცხალია. მძიმე ლითონებით გატუჭყიანებული ჩამდინარე წყლების გაწმენდის ტექნოლოგიის დამუშავება მემბრანული მეთოდის გამოყენებით. //საქართველოს ქიმიური ჟურნალი №3, 2013, გვ. 41-44.

SUMMARY

ELABORATION OF THE TECHNOLOGY OF QUARRY WATER TREATMENT BY APILOT PLANT

**Chkhubianishvili N.G., Kavtaradze M.L., Mchedlishvili G.S. and Kristesashvili L.V.
Georgian Technical University**

The paper deals with the elaboration of the technology of quarry water treatment by a pilot plant. The technological parameters of electro dialysis are determined.

Keywords: water treatment, pilot plant, electro dialysis, technological parameters.

ერთიდაბიგვი კონცენტრაციის სხვადასხვა მარილების ხსნარების ელექტროლიზით ბაჭოვის პროცესების ბამოცლის შუამდგომი

რუხაძე შ.შ., აფციაური ა.ზ., აფრიდონიძე მ.დ., შოთაძე ა.გ.

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ქუთაისი

სხვადასხვა მარილების ხსნარების ელექტროლიზით გაყოფის პროცესის ეფექტურობის გამოცდისათვის ერთნაირ პირობებში ჩავატარეთ ელექტროლიზის გამოკვლევა ერთიდაიგივე საწყისი კონცენტრაციის მარილებისათვის. ცდები ჩავატარეთ ჩვენს მიერ შექმნილ ელექტროლიზის ლაბორატორიულ დანადგარზე. არჩეული იქნა მარილები - $CaCl_2$, $MgSO_4$ და Na_2SO_4 , რადგან ძირითადად ისინი გვხდება ბუნებრივ მარილიან წყლებში.

ცხრილი 1. $CaCl_2$ ხსნარის გამოცდა

№	დრო, (წთ)	დენის ძალა, (ა)	ძაბვა, (ვ)	მარილშემცველობა (TDS)			კონცენტრაციის შემცირება, (%)
				კონცენტრატი, (გ/ლ)	გამრეცხი წყალი, (გ/ლ)	პროდუქტი, (გ/ლ)	
1	0	0,6	31	2,56	3,22	1,060	-
2	5	0,4	31	3,08	-	0,567	46,51
3	10	0,2	31	3,33	-	0,294	48,15
4	15	0,2	31	3,56	-	0,140	52,38
5	20	0,1	31	3,64	-	0,0707	49,50
6	25	0,1	31	3,65	-	0,0357	49,50
7	30	0,1	31	3,67	-	0,0208	41,74
8	35	0,1	31	3,69	2,99	0,0150	27,88

ცხრილი 1-ის მონაცემების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ წყლის გამტკნარება ხდება თანაბრად მთელი პროცესის განმავლობაში. 30 წთ-მდე კონცენტრაცია ყოველ 5წთ-ში მცირდება თითქმის 50%-ით, მაგრამ როცა ხსნარის მარილშემცველობა მიდის 35,7 მგ/ლ გაწმენდის დრო მცირდება თითქმის ნახევრამდე – 27 %-მდე 5 წთ განმავლობაში. $CaCl_2$ ხსნარის საწყისი კონცენტრაცია იყო 1060 მგ/ლ ელექტროლიზის შემდეგ ხსნარის კონცენტრაცია შემცირდა 15 მგ/ლ-მდე.

ცხრილი 2. $MgSO_4$ ხსნარის გამოცდა

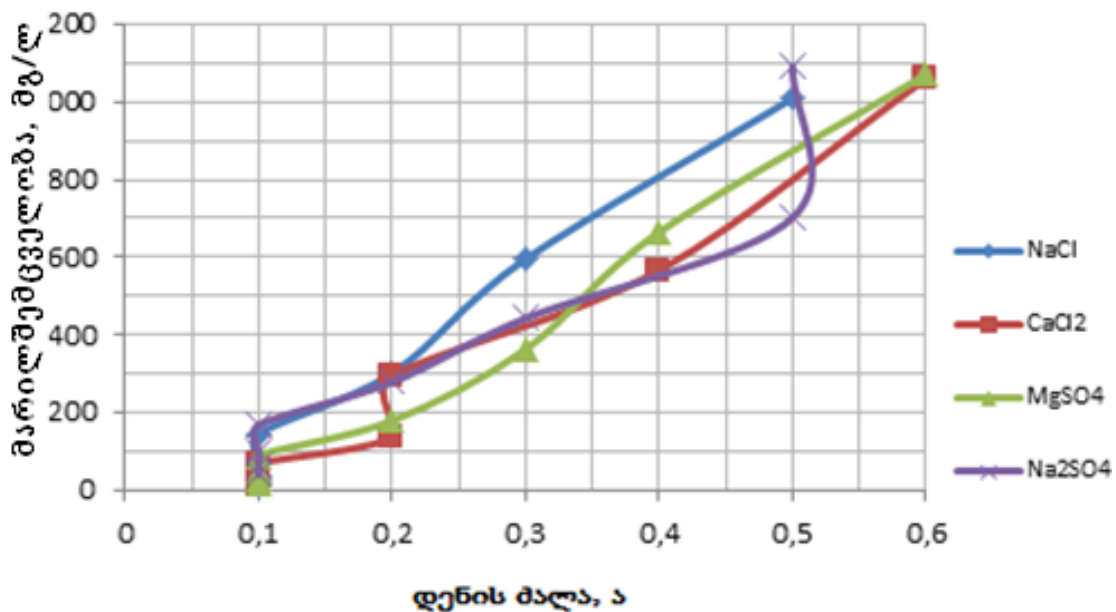
№	დრო, (წთ)	დენის ძალა, (ა)	ძაბვა, (ვ)	მარილშემცველობა (TDS)			კონცენტრაციის შემცირება, (%)
				კონცენტრატი, (გ/ლ)	გამრეცხი წყალი, (გ/ლ)	პროდუქტი, (გ/ლ)	
1	0	0,6	31	2,04	3,63	1,070	-
2	5	0,4	31	2,70	-	0,665	37,85
3	10	0,3	31	2,99	-	0,364	45,26
4	15	0,2	31	3,17	-	0,181	50,27
5	20	0,1	31	3,28	-	0,092	49,28
6	25	0,1	31	3,30	-	0,0535	41,72
7	30	0,1	31	3,41	-	0,033	38,32
8	35	0,1	31	3,42	3,44	0,0206	37,58

MgSO₄ ხსნარის ელექტროლიზის გამოცდის შედეგების ანალიზი (ცხრ. 2) გვიჩვენებს, რომ გაყოფის დასაწყისში და ბოლოში იგი კარგავს მარილის დაახლოებით 40%-ს, ხოლო 10 წთ-ის შემდეგ სიჩქარე იზრდება და ხსნარი კარგავს 50% MgSO₄-ს, ამის შემდეგ გამტკნარების დონე კვლავ მცირდება. გამტკნარება რჩება არათანაბარი. შედეგი - 20,6 მგ/ლ.

ცხრილი 3. Na₂SO₄ ხსნარის გამოცდა

№	დრო, (წთ)	დენის ძალა, (ა)	ძაბვა, (ვ)	მარილშემცველობა (TDS)			კონცენტრაციის შემცირება, (%)
				კონცენტრატი, (გ/ლ)	გამრეცხი წყალი, (გ/ლ)	პროდუქტი, (გ/ლ)	
1	0	0,5	31	2,35	3,04	1,090	-
2	5	0,5	31	2,78	-	0,702	35,60
3	10	0,3	31	3,13	-	0,444	36,75
4	15	0,2	31	3,35	-	0,280	36,94
5	20	0,1	31	3,47	-	0,170	39,29
6	25	0,1	31	3,56	-	0,103	39,41
7	30	0,1	31	3,58	-	0,066	35,73
8	35	0,1	31	3,61	2,77	0,042	36,56

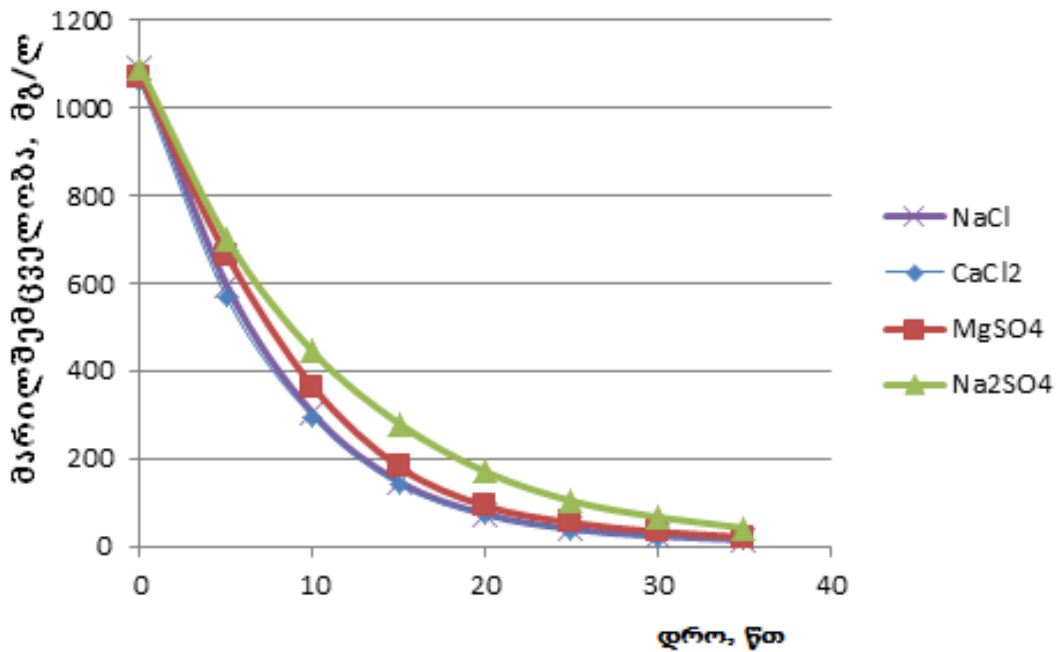
ცხრილი 3-ის მონაცემების განხილვისას აღმოჩნდა, რომ მარილის მოცილება თანაბარია ელექტროლიზის მთელი პროცესის განმავლობაში. ყოველ 5წთ-ში საშუალოდ კარგავს 36% Na₂SO₄. ხსნარი გავწმინდეთ 42,0 მგ/ლ კონცენტრაციამდე 35წთ განმავლობაში.



ნახ. 1. სხვადასხვა მარილების კონცენტრაციის დენის ძალაზე დამოკიდებულება

ნახ.1-ზე მოცემულია სხვადასხვა მარილების (NaCl, CaCl₂, MgSO₄ და Na₂SO₄) კონცენტრაციის დენის ძალაზე დამოკიდებულების გრაფიკი, საიდანაც ჩანს, რომ სისტემაში დენის ძალა ეცემა კონცენტრაციის შემცირებით. CaCl₂-ის მრუდს აქვს

შესვენება - 0,2 ა კონცენტრაცია 294 მგ/ლ-დან დაეცა 140 მგ/ლ კონცენტრაციამდე და 0,1 ა ზღვრულ კონცენტრაციამდე 70,7 მგ/ლ მთელი გამოცდის განმავლობაში. ეს აღნიშნავს, რომ CaCl_2 100 მგ/ლ კონცენტრაციისას დენს ატარებს უკეთესად ვიდრე სხვა კონცენტრაციაზე. MgSO_4 და NaCl მრუდები არიან ერთგვაროვანი იონები მემბრანის გავლით ტრანსპორტირდებიან ერთიდაიგივე სიჩქარით. ანალოგიურად შეიძლება გავაკეთოთ დასკვნა, რომ ეს დაკავშირებულია იმასთან რომ მარილი წარმოქმნილია ერთგვაროვანი ანიონებისა და კათიონებისაგან. Na_2SO_4 ხსნარი ნელა იწმინდება. სხვადასხვა ხსნარის ელექტროლიალების შედეგების განსხვავება გამოწვეულია იმით, რომ Cl -იონები მოძრაობს SO_4 -იონებზე სწრაფად და კათიონები შემდეგი თანმიმდევრობით: $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+$.



ნახ. 2. NaCl , CaCl_2 , MgSO_4 და Na_2SO_4 მარილების ელექტროლიალების სიჩქარე

NaCl , CaCl_2 , MgSO_4 და Na_2SO_4 მარილების დროის მიხედვით კონცენტრაციის ცვლილების მრუდების ანალიზი (ნახ.2) გვიჩვენებს, რომ NaCl და CaCl_2 მრუდები ერთნაირად, რაც ნიშნავს, რომ ელექტროლიალების დროს გამტკნარების პროცესი მიმდინარეობს ერთიდაიგივე სიჩქარით. Na_2SO_4 მრუდი იმყოფება ყველაზე მაღლა ეს აიხსნება იმით, რომ ერთიდაიგივე პირობებში ერთიდაიგივე პერიოდში ხსნარის გაწმენდის ხარისხი არის უფრო მცირე. MgSO_4 მრუდი მოთავსებულია სხვა მრუდებს შორის შესაბამისად მისი სიჩქარე არის საშუალო სხვა გამოკვლეულ მარილებთან შედარებით. ყველა შესწავლილი მარილებიდან მეტად ეფექტურია CaCl_2 ხსნარის გაწმენდა და ორჯერ უარესია Na_2SO_4 ხსნარის გაწმენდა.

მიღებული შედეგების ანალიზზე დაყრდნობით მოვახდინეთ შავი ზღვის წყლის ელექტროლიალით გამტკნარების პროცესის კვლევა. შავი ზღვის წყლის საშუალო მარილშემცველობაა 15-16 გ/ლ, მსოფლიო ოკეანეების – 35 გ/ლ, ხოლო ბალტიის ზღვის წყლის – 5,77 გ/ლ. შავი ზღვის წყალი განვაზავეთ მტკნარი წყლით 5,77 გ/ლ კონცენტრაციამდე. შავი ზღვის წყლის ელექტროლიალით გამტკნარების პროცესის შედეგები მოცემულია ცხრილში 4.

ელექტროლიზის ეფექტურობა მცირე მარილშემცველობის ბუნებრივი წყლების გასამტკნარებლად. ამიტომ ავიღეთ ბალტიის ზღვის წყლის ეკვივალენტური მარილშემცველობის წყალი, ამ წყლის გამტკნარება ეფექტურია და არ მოითხოვს დიდ ენერჯიას. ყოველ 15 წთ-ში ხსნარი კარგავს 55,8 % მარილებს. პროცესის წარმართვის განმავლობაში (45 წთ) წყალი მტკნარდება 51,2 მგ/ლ კონცენტრაციამდე და შეიძლება გამოყენებული იქნას როგორც საწარმოო (ტექნიკური) წყალი ან საყოფაცხოვრებო მიზნებისათვის. შესრულებულმა გაანგარიშებებმა გვიჩვენა, რომ ამ დროს მემბრანების სელექციურობა არის 99,11 %.

ცხრილი 4. შავი ზღვის წყლის გამოცდის შედეგები (განზაგებულია 5,7გ/ლ-მდე)

№	დრო, (წთ)	დენის ძალა, (ა)	ძაბვა, (ვ)	მარილშემცველობა (TDS)			კონცენტრაციის შემცირება, (%)
				კონცენტრატი, (გ/ლ)	გამრეცხი წყალი, (გ/ლ)	პროდუქტი, (გ/ლ)	
1	0	2,15	31	6,58	3,86	5,77	–
2	15	1,2	31	8,26	–	2,94	49,05
3	30	0,4	31	9,36	–	0,457	84,46
4	45	0,1	31	13,1	3,30	0,0512	88,80

ჩავატარეთ ონკანის წყლის ელექტროლიზით გაწმენდა, რომლის შედეგები მოცემულია ცხრილში 5.

ცხრილი 5. ონკანის წყლის გამოცდის შედეგები

№	დრო, (წთ)	დენის ძალა, (ა)	ძაბვა, (ვ)	მარილშემცველობა (TDS)			კონცენტრაციის შემცირება, (%)
				კონცენტრატი, (გ/ლ)	გამრეცხი წყალი, (გ/ლ)	პროდუქტი, (გ/ლ)	
1	0	0,5	31	5,96	2,03	0,254	–
2	15	0,1	31	6,12	–	0,0882	65,28
3	30	0,1	31	6,27	1,96	0,0242	72,56

წყალი აღებული იქნა ონკანიდან მინერალიზაციით – 254 მგ/ლ იგი აკმაყოფილებს წყალმომარაგების სტანდარტს, მაგრამ არ გამოდგება თბოფიკაციური და ზოგიერთი საწარმოო მიზნით. ელექტროლიზით დამუშავების შემდეგ (30 წთ-ის) მინერალიზაცია დაეცა 24,2 მგ/ლ. ასეთი წყალი მისაღებია კოგენერაციისთვის. პირველი 15 წთ განმავლობაში გამოსაკვლევი ხსნარი კარგავს გახსნილი მარილების 65 %, შემდეგ 15 წთ-ზე მეტი დროის განმავლობაში ხსნარი კარგავს 73 % მარილებს. მთლიანად გამოცდის 30წთ განმავლობაში მოცილებული იონების რაოდენობა შეადგენს 91,65 %. გამოცდის შედეგების საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ როცა წყალში გახსნილია მხოლოდ მარილის ერთი სახეობა ელექტროლიზის პროცესი მიმდინარეობს უფრო ნელა ვიდრე სხვადასხვა მარილების შემთხვევაში.

სამუშაო შესრულებულია რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის გრანტი №31/71 ფინანსური მხარდაჭერით. წინამდებარე პუბლიკაციაში გამოქვეყნებული ნებისმიერი აზრი ეკუთვნის ავტორებს და შესაძლოა არ ასახავდეს შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის შეხედულებებს.

ლიტერატურა

1. რუხაძე შ.შ., აფციაური ა.ზ., აფრიდონიძე მ.დ. ელექტროდიალიზის პროცესის ექსპერიმენტული კვლევების შედეგები, მესამე საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციის „ენერგეტიკა: რეგიონული პრობლემები და განვითარების პერსპექტივები“, შრომათა კრებული, ქუთაისი, 2015.
2. Ferella F., Michelis I. De., Vegliò F. Process for the recycling of alkaline and zinc-carbon spent batteries. // Journal of Power Sources, 2008, No1, pp.78-82.
3. Michelis I. De., Ferella F., Karakaya E., Beolchini F. et al. Recovery of zinc and manganese from alkaline and zinc-carbon spent batteries. // Journal of Power Sources, 2007, No1, pp.65-69.
4. Purselli Zh. Electrodialysis with bipolar membranes: Fundamentals of the method, optimization, application // Electrochemistry, 2002, vol.38, No 8, pp.1028-1035.

SUMMARY

TEST DATA ON THE PROCESS OF SEPARATION OF VARIOUS SALT SOLUTIONS HAVING THE SAME CONCENTRATION BY ELECTRODIALYSIS

Rukhadze Sh.Sh., Aptsiauri A.Z., Apridonidze M.D. and Shotadze A.G.

Akaki Tsereteli State University, Kutaisi

The paper dwells on the results of experimental studies of the electrodialysis processes under conditions of simultaneous action of gravitational and forced convection in a desalination chamber of the water purification electro-membrane system. The experiments were carried out with CaCl_2 , MgSO_4 and Na_2SO_4 aqueous solutions for a wide range of parameters such as an initial concentration, electric current density and a jump in the electrical potential in the separation channel. Also, the seawater desalination and tap water purification processes were studied. Based on the test data obtained, we can conclude that, after desalination by electrodialysis, the seawater can be used for both industrial (technical) and domestic purposes. If only one type of salt is dissolved in the water, the electrodialysis process proceeds more slowly than in the cases with different salts.

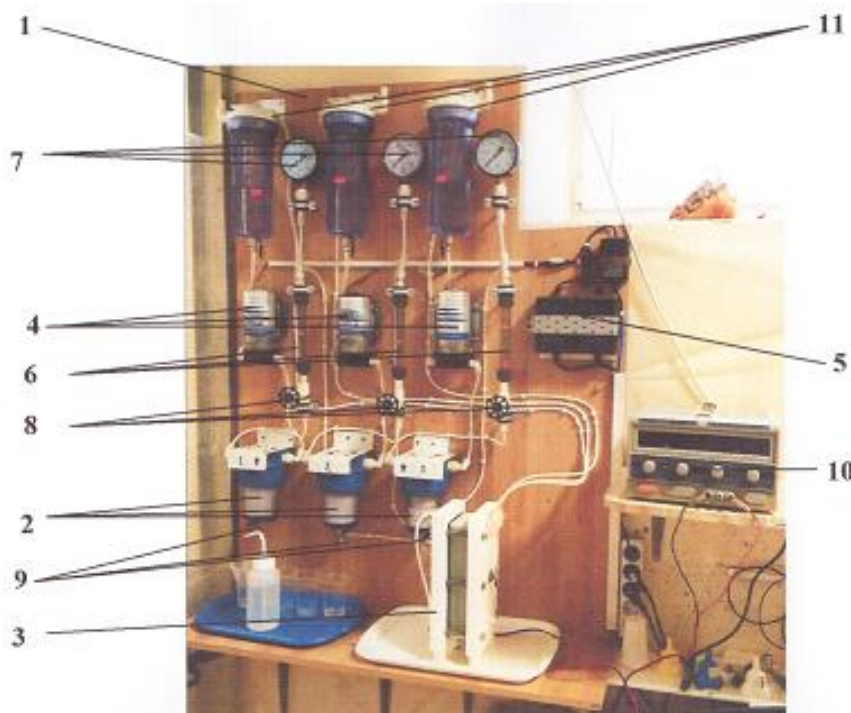
Keywords: electrodialysis, ion-exchange membranes, gravitational convection, forced convection.

ელექტროდიალიზის პროცესის ემპირიკულად უზრუნველყოფის შედეგები

რუხაძე შ.შ., აფციაური ა.ზ., აფრიდონიძე მ.დ., შოთაძე ა.გ.

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ქუთაისი

ჩვენს მიერ შექმნილი იქნა ელექტროდიალიზის ლაბორატორიული დანადგარი (ნახ.1), რომელიც დანიშნულია გამტკნარების, ხსნარების კონცენტრირების, ახალი ნივთიერებების სინთეზის, pH კორექტირების, ამინომჟავების გაყოფის, შესაბამისი მარილების ხსნარებიდან მჟავებისა და ტუტეების მიღების, ორგანული ხსნარებიდან არაორგანული შენაერთების მოცილების პროცესების შესასწავლად [1-5].



ნახ.1. ელექტროდიალიზის ლაბორატორიული დანადგარი

დანადგარი დამზადებულია კედლის სტენდის (1) სახით, რომელზედაც განლაგებულია დამოუკიდებლად და დამონტაჟებულია: ხსნარების მექანიკური ფილტრაციის ბლოკი (2), ელექტროდიალიზის მემბრანული აპარატი (3), ტუმბოების ბლოკი (4) ელექტრული კვების წყაროებით (5), ჰიდრაულიკური პულტი როტამეტრებით (6), მანომეტრებით (7), მარეგულირებელი ონკანებით (8), სინჯის ასაღები ონკანებით (9) და აპარატის ელექტრული კვების წყარო (10). მუშა ტევადობები (11), გამომშვები ონკანებით. მუშა ტევადობების ზედა ნაწილში გათვალისწინებულია შემაგალი ნახვრეტები მუშა ხსნარების ძაბრით ჩასასხმელად. ელექტროდიალიზის აპარატი თავსდება მუშა მაგიდაზე სურათზე მოყვანილი განლაგების ანალოგიურად.

წინამდებარე სამუშაოში ჩატარებულია, ნატრიუმის ქლორიდის 20, 10 და 1 % (ცხრ. 1,2,3) ხსნარების ელექტროდიალიზის პროცესების კვლევა. მოდელურ ხსნარად ვიყენებდით სხვადასხვა კონცენტრაციის NaCl ხსნარს; მუდმივი დენის წყაროდ – გამმართველს HY3005C, რომელიც საშუალებას გვაძლევდა მიგველო დენის სიმკვრივე 15 მა/სმ²-მდე.

ცხრილი 1. NaCl საწყისი კონცენტრაცია ≈ 20 გ/ლ

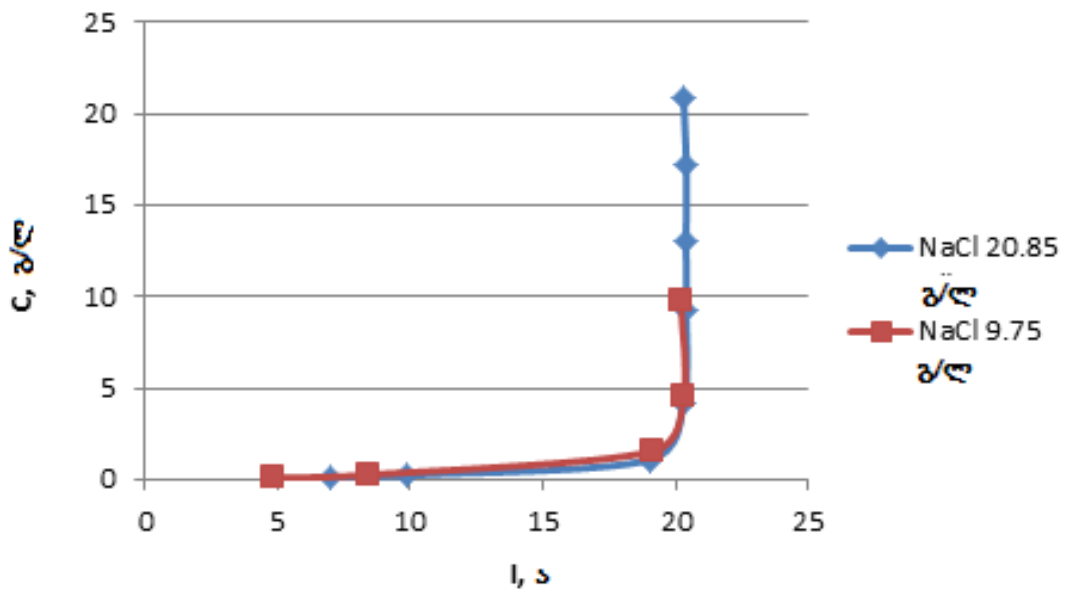
№	დრო, (წთ)	დენის ძალა, (ა)	ძაბვა, (ვ)	მარილშემცველობა (TDS)			კონცენტრაციის შემცირება, (%)
				კონცენტრატი, (გ/ლ)	გამრეცხი წყალი, (გ/ლ)	პროდუქტი, (გ/ლ)	
1	0	20,3	130	21,15	7,15	20,85	–
2	5	20,4	132	25,0	–	17,25	17,27
3	10	20,4	136	26,75	–	13,0	24,64
4	15	20,4	144	28,5	–	9,25	28,85
5	20	20,3	163	29,5	–	4,20	54,59
6	25	19,0	326	30,5	–	1,08	74,29
7	30	9,9	444	30,8	–	0,250	76,85
8	35	7,0	458	31,0	7,10	0,126	49,60

ცხრილი 1 შედეგების ანალიზიდან ჩანს რომ, როცა NaCl მარილის საწყისი კონცენტრაცია ტოლია 20,85 გ/ლ, ცდის მსვლელობის დროს პირველი 15 წთ NaCl ხსნარი კარგავს 20% NaCl, 20 წუთის განმავლობაში ხსნარი იწყებს უფრო სწრაფად გასუფთავებას, კარგავს 70% NaCl. უკანასკნელ 5 წუთში გამტკნარება კვლავ ნელდება ხსნარი კარგავს მხოლოდ 5% მარილს. დენი თითქმის მუდმივია, მაგრამ მოულოდნელად იწყებს შემცირებას ეს ხდება იმიტომ, რომ დაბალი კონცენტრაციის ელექტროლიტი ღარიბია ვიდრე მაღალი კონცენტრაციის. ბოლოში კონცენტრატის მარილშემცველობა შეადგენს 31,0 გ/ლ, რაც ახლოსაა NaCl მარილის გახსნის ზღვართან. ეს ნიშნავს, რომ პროცესი გრძელდება კონცენტრატის განზაგების გარეშე და მარილის ხსნარში შეიძლება გამოიყოს კრისტალები და არის შესაძლებლობა მივიღოთ ორი პროდუქტი: NaCl მარილი და წყალი.

ცხრილი 2. NaCl საწყისი კონცენტრაცია ≈ 10 გ/ლ

№	დრო, (წთ)	დენის ძალა, (ა)	ძაბვა, (ვ)	მარილშემცველობა (TDS)			კონცენტრაციის შემცირება, (%)
				კონცენტრატი, (გ/ლ)	გამრეცხი წყალი, (გ/ლ)	პროდუქტი, (გ/ლ)	
1	0	20,2	168	10,55	8,3	9,75	–
2	5	20,3	182	14,8	–	4,50	53,85
3	10	19,1	311	16,0	–	1,55	65,56
4	15	8,4	450	17,6	–	0,27	82,58
5	20	4,8	468	17,8	8,22	0,091	66,30

ცხრილი 2 შედეგების ანალიზიდან ჩანს, რომ როცა NaCl საწყისი კონცენტრაცია იყო 9,75გ/ლ, პირველ და ბოლო 5წთ კონცენტრაცია მცირდება 50%, ტესტის 10-დან 15 წუთამდე კონცენტრაცია შემცირდა 80%-ით. მთლიანად ელექტროლიზის პროცესში ხსნარის კონცენტრაცია შემცირდა 9,75 გ/ლ-დან 0,091 გ/ლ-მდე. შეიძლება აგრეთვე აღვნიშნოთ, რომ ყველაზე მაღალი გაწმენდის ხარისხი არის როცა კონცენტრაციაა 1 გ/ლ.



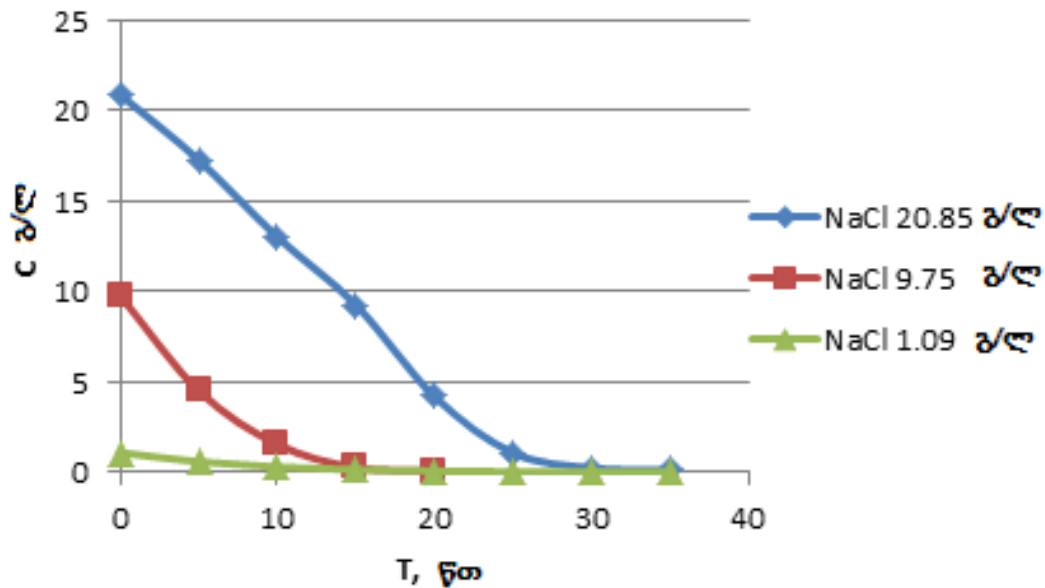
ნახ.2. NaCl კონცენტრაცია დენის ძალისაგან დამოკიდებულებით

ნახ. 2-ზე მოცემულია NaCl კონცენტრაციის დამოკიდებულება დენის ძალაზე საიდანაც ჩანს, რომ მრუდები თითქმის იდენტურია. ეს აიხსნება იმით, რომ გასაანალიზებელი ხსნარების ქიმიური შემადგენლობა ერთნაირია. ე.ი. ერთნაირად ატარებს ელექტროდენს.

ცხრილი 3. NaCl საწყისი კონცენტრაცია ≈1 გ/ლ

№	დრო, (წთ)	დენის ძალა, (ა)	ძაბვა, (ვ)	მარილშემცველობა (TDS)			კონცენტრაციის შემცირება, (%)
				კონცენტრაცია, (გ/ლ)	გამრეცხი წყალი, (გ/ლ)	პროდუქტი, (გ/ლ)	
1	0	0,5	31	2,16	3,30	1,090	–
2	5	0,3	31	2,64	–	0,596	45,32
3	10	0,2	31	3,04	-	0,303	49,16
4	15	0,1	31	3,22	-	0,147	51,49
5	20	0,1	31	3,24	-	0,0731	50,27
6	25	0,1	31	3,30	-	0,0388	46,92
7	30	0,1	31	3,33	-	0,0231	40,46
8	35	0,1	31	3,48	3,13	0,0146	36,80

მნიშვნელოვნად მცირე კონცენტრაციის ხსნარის შემთხვევაში როცა ხსნარის მარილშემცველობა ტოლია 1,09 გ/ლ (ცხრილი 3) და ყოველ 5წთ-ში საშუალოდ 50%-ით ეცემა. შედეგების საფუძველზე შეიძლება ვთქვათ, რომ თუ ხსნარში მარილის NaCl საწყისი კონცენტრაცია არის 1 გ/ლ, იმისათვის, რომ დავაჩქაროთ პროცესი უნდა გამოვიყენოთ ნაკლებად სელექციური მემბრანები, გავზარდოთ ძაბვა ან მივიღოთ სხვა ახალი ტექნოლოგიური გადაწყვეტილება.



ნახ. 3. NaCl ელექტროლიზის სიჩქარე

ნახ. 3-ზე მოცემულია სხვადასხვა კონცენტრაციის NaCl-ის ელექტროლიზის სიჩქარე. ჩვენ ვხედავთ, რომ როცა NaCl-ის საწყისი კონცენტრაცია 9,75 გ/ლ ხსნარი ნამდვილად იწმინდება. ამ მომენტისთვის პირველ ტესტში (საწყისი კონცენტრაცია 20გ/ლ) NaCl კონცენტრაცია ხსნარში აღწევს 10 გ/ლ. მესამე ტესტის მრუდის განხილვა აჩვენებს, როცა საწყისი კონცენტრაცია ტოლია 1,09 გ/ლ გამტკნარება ხდება თანაბრად, მეტად სწრაფად ხდება ცვლილება გამოყოფილ დროში. აქედან გამომდინარე შეიძლება გავაკეთოთ დასკვნა, რომ მემბრანა არის მეტად ეფექტური როცა NaCl-ის კონცენტრაციაა 10გ/ლ-დან 1გ/ლ-მდე.

ნახ. 3 წარმოდგენილი მრუდების შედარება გვიჩვენებს, რომ ექსპერიმენტის შედეგები იმყოფებიან არა მარტო ხარისხობრივ, არამედ საკმაოდ კარგ რაოდენობრივ თანხვედრაში თეორიული გაანგარიშების მონაცემებთან. ეს ნიშნავს, რომ ჩვენ მიერ აგებული მათემატიკური მოდელები საკმაოდ ადეკვატურად აღწერენ არასტაციონალურ არაიზოთერმულ პროცესებს, მიმდინარეს ელექტრომემბრანული სისტემების საკნებში [2].

სამუშაო შესრულებულია რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის გრანტი №31/71 ფინანსური მხარდაჭერით. წინამდებარე პუბლიკაციაში გამოქვეყნებული ნებისმიერი აზრი ეკუთვნის ავტორებს და შესაძლოა არ ასახავდეს შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის შეხედულებებს.

ლიტერატურა

- რუხაძე შ.შ., აფრიდონიძე მ.დ., შოთაძე ა.გ. ელექტრომემბრანულ სისტემებში მარილების კონვერსიის ექსპერიმენტალური კვლევა. საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკული კონფერენციის „ფუნქციონალური დანიშნულების კვების პროდუქტების წარმოების ინოვაციური ტექნოლოგიები“ შრომათა კრებული, ქუთაისი, 2015.
- რუხაძე შ.შ., აფრიდონიძე მ.დ. ელექტრომემბრანული პროცესების მათემატიკური მოდელირება გრაფიკული კონვექციის გათვალისწინებით, აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მოამბე, №2, 2013, გვ. 102-111.
- Ferella F., Michelis I. De., Vegliò F. Process for the recycling of alkaline and zinc-carbon spent batteries. // Journal of Power Sources, 2008, No.1, pp.78-82.

8. Michelis I. De., Ferella F., Karakaya E., Beolchini F. et al. Recovery of zinc and manganese from alkaline and zinc-carbon spent batteries. // Journal of Power Sources, 2007, No1, pp.65-69.
9. Purselli Zh. Electrodialysis with bipolar membranes: Fundamentals of the method, optimization, application. // Electrochemistry, 2002, vol. 38, No 8, pp.1028-1035.

SUMMARY

THE RESULTS OF EXPERIMENTAL STUDIES ON ELECTRODIALYSIS PROCESSES

Rukhadze Sh.Sh., Aptsiauri A.Z., Apridonidze M.D. and Shotadze A.G.

Akaki Tsereteli State University, Kutaisi

The paper dwells on the results of experimental studies on the electrodialysis processes under conditions of simultaneous action of gravitational and forced convection in a desalination chamber of the water purification electromembrane system. The experiments were carried out with NaCl aqueous solutions of various concentrations for a wide range of parameters such as an initial concentration, electric current density and a jump in the electrical potential in the separation channel. It was been established that the membrane was highly effective at NaCl concentration from 10 g/l to 1 g/l.

Keywords: electrodialysis, ion-exchange membranes, gravitational convection, forced convection.

СТАЦИОНАРНЫЙ КАТАЛИЗАТОР ДЛЯ ГИДРОГЕНИЗАЦИИ ХЛОПКОВОГО МАСЛА

Сирадзе М.Г., Непаридзе Н.С., Гоксадзе И.Б., Чхаидзе Е.Т., Диогидзе О.Ш.

Грузинский технический университет
Государственная Морская Академия, Батуми

Для гидрирования растительных масел и жиров рекомендованы различные стационарные катализаторы [1]. Однако вопрос подбора стационарного катализатора для получения гидрированных жиров пищевого назначения до сих пор остается актуальным.

Мы исследовали поведение сплавного стационарного никель-медь-алюминиевого катализатора, промотированного оловом, в процессе гидрирования хлопкового масла. Выбор никель-медь-алюминиевого сплава не был случайным, так как стационарные катализаторы из этого сплава позволяют получать на основе хлопкового масла пищевые гидрированные жиры [2]. При подборе оптимального состава катализатора изменяли только соотношение между медью и промотором (оловом) в сплаве.

Непрерывному гидрированию подвергали рафинированное хлопковое масло со следующими показателями: йодное число – 108,6% йода, кислотное число – 0,3 мг КОН, содержание насыщенных кислот – 27%, олеиновой – 19,9%, линолевой – 53,1%.

Полученные гидрогенизаты анализировали на йодное число, температуру плавления и твердость [3]. Гидрирующую активность катализатора определяли путем снижения йодного числа [2].

Опыты проводили при 180°C, давлении 300 кПа и объемной скорости подачи водорода 60 ч⁻¹. Скорость подачи гидрируемого сырья поддерживали на уровне 1,5 ч⁻¹.

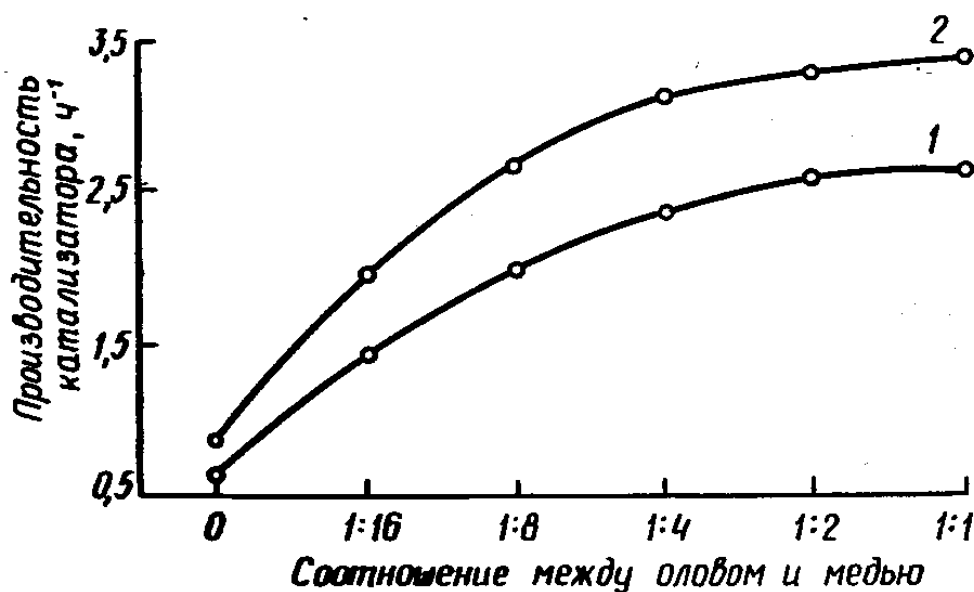
В табл.1 приведены активность исследованного стационарного катализатора и показатели полученных саломасов в зависимости от содержания олова в сплаве.

Таблица 1

Соотношение компонентов в сплаве		Активность катализатора, ΔЙ. ч./мл · ч	Рост активности, % J ₂	Температура плавления, °С	Твердость, г/см	Цветность, мг J ₂	Селективность гидрирования, %
Олово	Медь						
Без добавки олова		0,520	-	31,3	180	4	76,5
1	16	0,580	0,060	32,5	200	3	80,3
1	8	0,601	0,081	33,1	240	2	85,0
1	4	0,640	0,120	33,8	280	2	96,4
1	2	0,664	0,144	33,9	280	2	91,3
1	1	0,668	0,148	34,3	300	2	84,2

Наиболее высокие значения активности и селективности катализатора отмечены при соотношении между оловом и медью 1:4. Дальнейшее изменение соотношения компонентов в сплаве незначительно влияет на активность катализатора, и даже наблюдается снижение селективности процесса.

При оценке стационарного катализатора большое значение приобретает его производительность, выраженная скоростью подачи сырья в реактор. Производительность стационарных катализаторов исследовали при 180 и 200°C, давлении 300 кПа и объемной скорости подачи водорода 60 ч⁻¹. Изменение производительности стационарного катализатора в зависимости от соотношения между оловом и медью в сплаве показано на рисунке.



Изменение производительности стационарного катализатора при температуре гидрирования 180°C (1) и 200°C (2) в зависимости от соотношения компонентов в сплаве

Как видно из рисунка, с увеличением содержания олова и снижением содержания меди в сплаве производительность стационарного катализатора повышается. Интенсивный рост производительности наблюдается при соотношении между компонентами 1:4 (катализатор №4). Дальнейшее увеличение содержания олова незначительно влияет на производительность катализатора.

Для получения гидрогенизатов пищевого назначения опыты по гидрированию хлопкового масла проводили с использованием стационарного катализатора №4 при давлении 300 кПа и объемной скорости подачи водорода 60 ч⁻¹, поддерживая объемную скорость подачи масла на уровне 1,5 ч⁻¹. Температуру гидрирования изменяли в пределах 180-200°C для поддержания йодного числа гидрогенизата в пределах стандарта. Характеристики полученных гидрогенизатов приведены в табл. 2.

Таблица 2

Йодное число саломаса, % J ₂	Жирнокислотный состав, %			Селективность гидрирования, %	Температура плавления, °C	Твердость, г/см	Цветность, мг J ₂
	насыщенные	олеиновая	линолевая				
66,5	33,0	49,2	17,8	86,1	33,0	240	2
67,0	33,1	50,4	16,5	88,2	33,1	220	2
68,6	29,4	63,6	7,0	94,8	33,8	240	2
72,1	28,4	63,6	8,0	96,9	32,6	220	3

Как видно из данных табл. 2, гидрогенизаты соответствуют требованиям, предъявляемым к пищевым саломасам.

Таким образом, подбором соотношения между оловом и медью в никель-медь-алюминиевом стационарном катализаторе можно обеспечить высокую скорость и селективность процесса гидрогенизации хлопкового масла.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сокольский Д.В., Жубанов К.А. Гидрирование растительных жиров. – Алма-Ата: Наука, 1972.
2. Мажидов К.Х. Исследование непрерывного гидрирования хлопкового масла на сплавных никель-медных катализаторах с целью получения саломаса пищевого назначения. Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. техн. наук. – Л.: ВНИИЖ, 1979.
3. Руководство по методам исследования, теххимическому контролю и учету производства в масло-жировой промышленности/ [редкол.: А.Г. Сергеев и др.]. – Л.: ВНИИЖ, 1970. – Т. III.

SUMMARY

STATIONARY CATALYZER FOR COTTON OIL HYDROGENATION

Siradze M.G., Neparidze N.S., Goksadze I.B., Chkhaidze E.T. and Diogidze O.Sh.

Georgian Technical University

Batumi State Maritime Academy

The research performed in the work and the selection of the catalyzer showed that the hydrogenate obtained in the result of cotton oil hydrogenation satisfied the demands for dietary fats and oils.

Thus, by varying the copper:tin ratio in the nickel-copper-aluminum stationary catalyzer, we can provide high speed and selectivity of the process of cotton oil hydrogenation.

Keywords: stationary catalyzer, cotton oil hydrogenation, nickel-copper-aluminium alloy.

PROSPECTIVITY OF ENRICHED WITH PHENOLIC COMPOUNDS RED DESSERT WINES PRODUCTION IN GEORGIA

Kekelidze I.A., Ebelashvili N.V. and Japaridze M.Sh.

Institute of Viticulture and Oenology, Agricultural University of Georgia

Abstract. The paper deals with the significance of production of the red dessert wines enriched with phenolic compounds, technological capabilities and prospects. To increase the levels of the antioxidant components in red wines is an important issue in terms of the growing demand for antioxidant-rich food, including wines, globally. The objects of the study were prepared from Saperavi grape cultivar: 5 dessert (1 control and 4 test) and 1 dry wine samples. The control dessert wine sample was prepared by the standard technology. For preparing the test samples, for the first time we used, separately and in combination, the technological techniques of wine enrichment with phenolic compounds: fermentation on the must till dryness, removal of part of the juice from the must before alcoholic fermentation, storage on the fortified must. Phenolic compounds of the objects under study were studied by the method of High Performance Liquid Chromatography. The analysis of the obtained results showed the advantages and prospects of one of the test dessert wine samples (test III) in terms of the high content of the components having the antioxidant activity and antibacterial effect (catechins; caftaric, caffeic, syringic and ellagic acids; quercetin-3- β -D-glucoside) as compared with the other test (tests I, II, IV) and dry wine samples.

Keywords: phenolic compounds, red dessert wines, antioxidant activity.

Wine represents a product with a rich composition. It is known scientifically that it contains more than 1,000 compounds. Among biologically active substances, phenolic compounds take part in the formation of taste, color, transparency and stability of wine; they play an important role in the formation of antioxidant activity [1-3]. The intensive investigations of red wines in the scientific circles of biochemistry and medicine have started since 1991 when it became known about the French Paradox. According to this phenomenon, in France, where regular and moderate consumption of red wines is traditional, in spite of cholesterol-rich food intake, the percentage of cardiovascular diseases is low and the duration of life is high. Numerous studies have proven that regular and moderate consumers of red wines are at 20-30% less predisposed to the cardiovascular disease [4-6]. The dose of red wine consumption is 400 ml per day for men and 200 ml per day for women [7].

Nowadays the growing demand for red wine in the world market is explained by their high antioxidant activity. At the same time, every red wine does not have an antioxidant effect. There is a positive correlation between the antioxidant effect and the amounts of phenolic compounds. Hence only those red wines have the antioxidant effect whose phenolic concentrations are high. The amount of phenolic compounds depends on the grape variety, vine growth place, and wine production technology [8,9].

The antioxidant activity of young red wines is higher than of aged ones [10-11]. Accordingly, in case of young red wine with a much higher content of phenolic compounds (than in the standard one), it is capable of preserving a higher amount of phenolics whilst aging. To increase the content of antioxidant compounds in red wines is an important task from the point of view of the growing demand for antioxidant-rich products (including wines) globally [12].

During the production of red dry wines by standard technology, the grape phenolic compounds extract into the wine in percentage of 20-40. Their most part remains in the must [13]. There are studied technological techniques for increasing the concentrations of phenolic compounds in dry red wines, which are thermovinification; removal of the part of the must before fermentation; post-fermentative maceration [14-16]. Among the phenolic compounds of red wines with high antioxidant activity, there are outlined: (+)-catechin, (-)-epicatechin; caffeic, chlorogenic, protocatechic, syringic and ferulic acids; kaempferol, quercetin, and myricetin [17,18].

According to Goldberg et al., in Italian, Californian, Canadian, French dry red wines from the grape varieties: Cabernet Sauvignon, Merlot, Medoc, the sum of catechins is within 66-112 mg/l [19]. According to N. Ebelashvili et al., in dry red wines from the same Saperavi grape, but from 4 different Kakhetian regions (Kvareli, Gurjaani, Telavi, Sagarejo), the sum of catechins is within 257-288 mg/l

[20]. The results of the reviewed studies definitely emphasize that the wine made from the Saperavi grape is much richer in composition than its foreign analogs.

The aim of the study is to elaborate the innovative technology with the use of the improvement of the technological techniques of fermentative maceration for the production of red dessert wines enriched with phenolics of high antioxidant activity. The technology of red dessert wines enriched with phenolic compounds is an innovation not only for Georgia, but also globally. Dessert wines – is a popular special type of wines produced in the world (Portugal, Italy, Hungary, Spain, France, Argentina, Germany, Moldova, Bulgaria, Russia, etc.) [21], but not scientifically studied yet.

Table 1. Wine production (excluding juice and musts)

Unit: 1000 hl	2010	2011	2012	2013	2014 Provisional	2015 Forecast
Italy*	48 525	42 772	45 616	54 029	44 229	48 800
France*	44 381	50 757	41 548	42 134	46 804	47 373
Spain*	35 353	33 397	31 123	45 308	38 211	36 600
USA	20 887	19 140	21 650	23 590	22 020	22 140
Argentina*	16 250	15 473	11 778	14 984	15 197	13 358
Chile	8 844	10 464	12 554	12 820	10 500	12 870
Australia	11 420	11 180	12 259	12 310	12 020	12 000
South Africa	9 327	9 725	10 569	10 982	11 316	11 310
China	13 000	13 200	13 511	11 780	11 178	11 178
Germany*	6 906	9 132	9 012	8 409	9 202	8 788
Portugal*	7 148	5 622	6 327	6 231	6 195	6 703
Russia*	7 640	6 980	6 220	5 290	4 880	4 880
Romania	3 287	4 058	3 311	5 113	3 750	4 069
Hungary*	1 762	2 750	1 818	2 618	2 555	2 873
Brazil	2 459	3 460	2 967	2 710	2 732	2 732
Greece	2 950	2 750	3 115	3 343	2 900	2 650
Austria	1 737	2 814	2 125	2 392	1 999	2 350
New Zealand	1 900	2 350	1 940	2 484	3 204	2 350
Serbia	2 382	2 244	2 175	2 306	2 332	2 332
Bulgaria*	1 224	1 237	1 442	1 755	747	1 538
Moldova*	840	1 520	1 470	2 570	1 630	1 630
Georgia	1 034	1 108	830	997	1 134	1 134
OIV World Total	264 188	267 803	258 211	292 218	270 234	275 665

*Dessert wine producing countries

The production of dessert wines in Soviet Georgia [22] was intensive (“Kvareli No. 29” and others), nowadays – their production is stopped, but has the potential of recovery.

Our research is of bilateral importance: the study of a functionally important product which has not been studied worldwide yet and its improvement.

With the aim to increase the concentration of phenolic compounds in dessert red wine test samples, for the first time we have used the following technological techniques separately and in combination: fermentation of the must till dryness; removal of part of the juice from the must before alcoholic fermentation; storage on the fortified must.

The objects of the study were 5 dessert (1 control and 4 test) and 1 dry (for comparison) red wine samples; grape variety – Saperavi.

The control dessert wine sample was prepared by standard technological scheme: the destemmed crushed must of the technically ripe grape (sugar content about 23%) was heated up to 70 °C; after cooling to 25 °C, commercial dry yeast was added, and alcoholic fermentation started. The alcoholic fermentation was interrupted by adding the rectified alcohol when, in the fermenting must, the residual sugar reached the amount giving the content of 16 % in the resulting blend. Finally, the wine with the following indices was produced: residual sugar content 16% and alcohol content 16 % vol [23,24]. The test dessert wine samples (4 various test samples) were prepared in the same manner as the control one, but with technological varieties described as the novelty. The dry red wine sample

was prepared by standard European technology: alcoholic fermentation of destemmed crushed must till dryness [25].

By means of the HPLC analysis, we determined the amount of phenolics using the apparatus Infinity 1200, Agilent Technologies, USA, with a UV-VIS detector. The separation of components was performed using a chromatographic column with reversed-phase sorbent Microsorb 100-S C18 (250mm x 4.6 mm x 5.0 mm). The elution was performed in a gradient mode at the rate of the mobile phase feed equal to 1 ml/min. The following solutions were used: Solution A – water/phosphoric acid (in the 99.5/0.5 ratio); solution B – acetonitrile/water/phosphoric acid (in the 50/49.5/0.5 ratio). The wine samples were diluted five times with methanol and filtered through a membrane filter (pore diameter 0.22 μm). The solvents and commercial standards used during the analysis were purchased from Sigma-Aldrich (Germany). The detection was performed at wavelengths: 280 nm (catechins, phenolcarboxylic acids, phenolaldehydes), 360 nm (flavonols and ellagic acid); 310 nm (resveratrol). Identification was conducted by comparison of the retention time of standard substances and defined components as well as by using the method of standard substances addition known in special literature [26]. The investigation of phenolic compounds in the wine samples was carried out in triplicate.

Table 2. The results of investigation of phenolic compounds in the objects of the study by HPLC

Phenolic compound (mg/l)	Control	test I	test II	test III	test IV	Dry
Caftaric acid	20.983±0.325	39.957±2.465	43.833±0.843	55.608±0.643	48.450±0.624	41.643±0.301
(+)-catechin	25.167±0.225	35.217±1.581	31.167±0.419	35.108±1.438	36.757±0.449	66.183±0.693
Caffeic acid	2.753±0.134	8.581±2.672	10.978±0.075	14.648±0.915	12.743±0.090	8.567±0.144
Syringic acid	7.600±1.126	8.975±1.664	10.867±0.058	12.575±1.170	11.550±0.304	7.623±0.155
(-)-epicatechin	11.417±0.967	17.648±2.087	42.800±1.645	61.650±4.621	49.367±1.537	22.683±0.076
Ellagic acid	1.483±0.076	1.984±0.164	2.533±0.076	6.721±0.085	4.613±0.096	2.300±0.100
Quercetin-3-β-D-glucoside	5.233±0.161	18.750±0.444	20.050±0.050	31.008±0.251	21.983±0.231	17.850±0.173

From phenolic acids, caftaric acid was presented most of all in our research objects. According to the literary sources, this acid is characterized by a high antioxidant effect [27,28]. It should be noted that we were the first to identify caftaric acid in red wines from Saperavi.

The results of the primary study showed that one of the dessert test samples (test III) prepared by using the innovative technology is distinguished by an obvious advantage and is promising in the point of high antioxidant activity and antibacterial effect phenolic profile (catechins; caftaric, caffeic, syringic, ellagic acids; quercetin-3-β-D-glucoside) in comparison with the test dessert (tests I, II and IV) and dry wine samples.

As for now, the study continues, the accumulation of data is in process.

Acknowledgement. *The work is done with financial support of Shota Rustaveli National Science Foundation, within the project of Doctoral Educational Programs (Grant № DO/363/10 – 160/14). Opinions of the authors expressed in the article may not reflect the views of the National Science Foundation.*

REFERENCES

1. Waterhouse A.L. Wine phenolics. //Ann. N.Y. Acad. Sci., 2002, 957, pp. 21-36.
2. Ebelashvili N., Mujiri, L., Shubladze L., Chkhartishvili N. and Asashvili T. Red Wines Concentrated with Polyphenols. /Proc. of the 33rd World Congress of Vine and Wine, Tbilisi, Georgia. June 2010, pp. 20-25.
3. Plavsá N., Jurinjak N., Antunovic D., Percuric O. and Kovalevic K. The Influence of Skin Maceration Time on the Phenolic Composition and Antioxidant Activity of Red Wine Teran (*Vitisvinifera* L.). //Food Technol. Biotechnol., 2012, 50 (2), pp. 152–158.
4. German J.B. and Walzem, R.L. The health benefits of wine. //Ann. Rev. Nutr., 2000, 20, pp. 561-593.
5. Guilford J.M. and Pezzuto J.M. Wine and Health: A Review. //Am. J. Enol. Vitic., 2011, 62, pp. 471-486.
6. Donovan J.L., Bell J.R., Kasim-Karakas S., German J.B., Walzem R.L., Hansen R.J. and Waterhouse A.L. Catechin is present as metabolites in human plasma after consumption of red wine . // J. Nutr., 1999, 129, pp. 1662-1668.
7. Renaud S. and Gueguen R. The French paradox and wine drinking. /Novartis Foundation Symposium on Alcohol and Cardiovascular Diseases, 1998, 216, pp. 208-217; discussion 217–222, pp. 152-208.
8. Singleton V.L. and Draper D.E. The transfer of polyphenolic compounds from grape seeds into wines. //Am. J. Enol. Vitic., 1964, 15, pp. 34-40.
9. Karna L. Sacchi, Linda F. Bisson, and Douglas O. Adams A Review of the Effect of Winemaking Techniques on Phenolic Extraction in Red Wines //Am. J. Enol. Vitic. September 2005 56:197-206.
10. Pellegrini N., Simonetti P., Gardana C., Brenna O., Brighenti F. and Pietta, P. Polyphenol content and total antioxidant activity of vininovelli (young red wines)//J. Agric. Food Chem., 2000, 48(3), pp. 732-735.
11. Waterhouse, A.L. and Laurie, V.F. Oxidation of Wine Phenolics:A Critical Evaluation and Hypotheses. //Am. J. Enol. Vitic.,September 2006, 57, pp. 306-31.
12. Kennedy J., Saucier C. and Glories, Y. Grape and Wine Phenolics: History and Perspective. //Am. J. Enol. Vitic., September 2006, 57, pp. 239-248.
13. Joscelyne, V. Consequences of extended maceration. PhD Thesis.The University of Adelaide, 2009, 246 p.
14. Mayen, M., Merida, J. and Medina, M. Flavonoid and Non-Flavonoid Compounds during Fermentation and Post-Fermentation Standing of Must from Cabernet Sauvignon and Tempranillo Grapes. //Am. J.Enol.Vitic., 1995, vol.46, No. 2, pp. 256-261.
15. Casassa, L.F.and Harbertson, J.F. Extraction, Evolution, and Sensory Impact of Phenolic Compounds During Red Wine Maceration. //Annu.Rev. Food Sci. Technol., 2014, 5, pp. 83-109.
16. Gambuti, A., Capuano, R., Lecce, L., Fragacco M.G. and Moio L.Extraction of phenolic compounds from 'Aglanico' and 'Uva di Troia' grape skins and seeds in model solutions: Influence of ethanol and maceration time. //Vitis, 2009, 48 (4), pp. 193–200.
17. Prajitna, A., Dami, I.E. et al. Influence of Cluster Thinning on Phenolic Composition, Resveratrol and Antioxidant Capacity in Chambourcin Wine. //Am.J.Enol.Vitic., 2007, 58(3), pp. 346-350.
18. Roussis I.G., Lambrouopoulos I., Tzimas P., Gkoulioti A., Marinos V., Tsoupeis, D. and Boutaris, L. Antioxidant Activities of some Greek Wines and Wine Phenolic Extracts. // J. Food Comp. Anal. 2008, 21, pp. 614-621.
19. Goldberg, D.M., Karumanchiri, A., Tsang E. and Soleas G.J. Catechin and Epicatechin Concentrations of Red Wines: Regional and Cultivar-Related Differences. // Am. J. Enol. Vitic., 1998, vol. 49, No. 1, pp. 23-34.
20. Ebelashvili N., Mujiri L., Kuridze M., Shalashvili A. and Shatirishvili Sh. Phenolics and Antioxidant Activity in Red Wines Prepared with Different Maceration Regimes. / Proc. of the 34th World Congress of Vine and Wine, Porto, Portugal, June 2011, pp. 21-26.
21. International Organization of Vine and Wine (OIV). Global Economic Vitiviniculture Data. 28 October 2015. <http://www.oiv.int/>, 2015.
22. Gelashvili N. Winemaking. – Tbilisi. Georgian Agricultural Institute, 1961, in 2 volumes, 345 and 437 pages. (in Georgian)
23. Gujejiani G. The Theory and Practice of Blend Calculation. – Tbilisi, Metsniereba, 1996, 144 p. (in Georgian)
24. Japaridze Sh., Shatirishvili Sh., Skhirtladze T. and Japaridze M. Technochemical Control of Grape Wine Production. - Tbilisi, 2009, 208 p. (in Georgian)
25. Валушко Г. Технология виноградных вин. – Симферополь, Таврида, 2001, 622 с.

26. Bonerz D., Nikfarjam M. and Creazy G.A New RP-HPLC Method for Analysis of Polyphenols, Anthocyanins, and Indole-3-Acetic Acid in Wine. //Am.J.Enol. Vitic., 2008, 59(1), pp. 106-109.
27. Левченко С.В., Волынкин В.А., Зайцев Г.П., Пытель И.Ф., Специфичность фенольного комплекса сортов винограда сложной генетической структуры, <http://vinograd.info/stati/stati/specifichnost-fenolnogo-kompleksa-sortov-vinograda-slozhnoy-geneticheskoy-struktury.html>
28. Прокофьева В.И. Арзамасцев А.П., Медведев Ю.В., Эллер К.И. Определение гидроксикоричных кислот в лекарственном растительном сырье и объектах растительного происхождения, 2010. <http://www.fesmu.ru/elib/Article.aspx?id=218415>

РЕЗЮМЕ

ПЕРСПЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА ОБОГАЩЕННЫХ ФЕНОЛЬНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ КРАСНЫХ ДЕСЕРТНЫХ ВИН В ГРУЗИИ

Кекелидзе И.А., Эбелашвили Н.В., Джапаридзе М.Ш.

Институт виноградарства и виноделия, Аграрный университет Грузии

В данной статье рассмотрены значение производства обогащенных фенольными веществами красных десертных вин, технологические возможности и перспективы. Повышение содержания антиоксидантных компонентов красных вин представляет собой важный вопрос с точки зрения того, что в мировом масштабе растёт спрос на богатые антиоксидантами продукты, в том числе вина. Объектами исследования являются образцы красных вин, изготовленные из сорта Саперави: 5 десертных (1 контрольный и 4 опытных) и 1 сухое. Контрольный образец десертного вина изготовлен соответственно существующей стандартной технологии; для изготовления опытных образцов впервые нами применены, отдельно и комбинированно, технологические методы для обогащения вин фенольными веществами: брожение на мезге досуха; отъем части виноградного сула перед алкогольным брожением; выдерживание на заспиртованной мезге. Фенольные вещества объектов исследования изучены с помощью метода высокоэффективной жидкостной хроматографии. В результате анализа полученных данных следует, что инновационная технология одного из опытных десертных вин (III опытное) выделяется значимым преимуществом и перспективностью (по отношению к остальным опытным (I, II, IV), а также и сухому образцам), исходя из высокого содержания компонентов с высокими антиоксидантной активностью и антибактериальным эффектом (катехины; кафтаровая, кофейная, сиреневая, эллаговая кислоты; кверцетин-3-β-D-глюкозид).

Ключевые слова: фенольные вещества, красное десертное вино, антиоксидантная активность.

ფენოლოები და ანტიოქსიდანტური აქტივობა სხვადასხვა ვაზის ჯიშის ყურძნის წიაჭაში

უგრესელიძე გ.დ., ბურდიაშვილი რ.გ., ვეფხიაშვილი ნ.გ., ჯავახიშვილი მ.დ.

იაკობ გოგებაშვილის სახელობის უნივერსიტეტი, თელავი

ღვინო საუკეთესო მკურნალია ადამიანისათვის თუ მას იგი ნორმალურად გამოიყენებს. სამკურნალო თვისებები განსაკუთრებით კახური წესით ქვევრში დაყენებულ ღვინოს აქვს, სადაც ალკოჰოლური დუდილის დროს მონაწილეობს ყურძნის მტევნის ყველა მაგარი ნაწილი. განსაკუთრებით კი, მნიშვნელოვანია წიაჭა, რომელიც მდიდარია ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებებით, ფენოლური ნაერთებით, რომლებსაც აქვთ ანტიოქსიდანტური თვისებები და შეუძლიათ თავისუფალი რადიკალების ნეიტრალიზირება - შებოჭვა.

ცნობილია, რომ თავისუფალი რადიკალები უადრესად აქტიური ნაწილაკებია, მათ გააჩნიათ გაუწყვილებელი ელექტრონები, რომლებიც დამანგრეველად მოქმედებენ ადამიანის ორგანიზმზე.

ცოცხალ ორგანიზმებს აქვთ მათთან ბრძოლის საშუალება - ფერმენტული სისტემები, ბუნებრივი ანტიოქსიდანტები, მაგრამ ორგანიზმში მიმდინარე პათოგენური პროცესების შედეგად თავისუფალი რადიკალების კონცენტრაცია შეიძლება გაიზარდოს და გამოიწვიოს მთელი რიგი არასასურველი პროცესები: თავისუფალი რადიკალები აზიანებენ სისხლძარღვების კედლებში შემავალი ცილების სტრუქტურას, რის შედეგადაც სისხლძარღვი უხეშდება, კარგავს მოქნილობას და ვეღარ ეხმარება ნორმალურად გულს სისხლის გადატუმბვაში.

თავისუფალი რადიკალების ჭარბი რაოდენობა იწვევს ნაადრევ სიბერეს, აგრეთვე ისეთ დაავადებებსაც, როგორცაა ალერგიები, ასთმა, მეხსიერების დაქვეითება და სხვა.

ყოველივე ზემოთ აღნიშნულის გათვალისწინებით მიზანშეწონილია, განსაკუთრებული ტექნოლოგიით, კახური წესით დამზადებული განსაზღვრული რაოდენობის ღვინოს გამოყენება.

წიაჭაში შემავალი ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებები და მათი რაოდენობა, მართალია ნაწილობრივ, მაგრამ მეცნიერების მიერ დადგენილია. ჩვენთვის საინტერესო იყო გაგვეჩვენა როგორია ფენოლური ნაერთების რაოდენობა და ანტიოქსიდანტობა სხვადასხვა ვაზის ჯიშის ყურძნის წიაჭაში [1-4].

ამ მიზნით ექსპერიმენტი ჩავატარეთ ექვს სხვადასხვა ქართული ვაზის ჯიშის ყურძნის წიაჭაზე: ვარდისფერი რქაწითელი, ხარისთვალა, სეურა, შავთხელა, იყალთოს წითელსა და ქისტაურის საღვინეზე.

№	ნიმუშის დასახელება	(ჯამური) ფენოლური ნაერთები მგრ/ლ	ანტიოქსიდანტობა %
1	საკონტროლო სპირტი 52,5მოც% ალკ.	0	0
2	სპირტი დაყოვნებული ვარდისფერი რქაწითელის წიაჭაზე	617,3	13,7
3	სპირტი დაყოვნებული ხარისთვალას წიაჭაზე	821,8	30,8
4	სპირტი დაყოვნებული სეურის წიაჭაზე	943,2	24,1
5	სპირტი დაყოვნებული შავთხელას წიაჭაზე	1047,0	21,3
6	სპირტი დაყოვნებული იყალთოს წითლის წიაჭაზე	1358,0	35,8
7	სპირტი დაყოვნებული ქისტაურის საღვინეს წიაჭაზე	1281,6	43,7

ცდისათვის აღებული იყო საკონიაკე სპირტი 52,5 მოც% ალკოჰოლის შემცველობით. სპირტი მოვათავსეთ თანაბარი მოცულობის მქონე შვიდ ჭურჭელში (მინის ბოთლები 0,5 ლ). ექვს ჭურჭელში, თითოეულს დაემატა ზემოთ დასახელებული ვაზის ჯიშების ყურძნის წიპწები ტოლი რაოდენობით 10 – 10 გრ და დავაყოვნეთ 3 თვის განმავლობაში, ერთი დავტოვეთ იყო საკონტროლოდ. როგორც საკონტროლო, ისე საცდელი ნიმუშები მოვათავსეთ ერთსადაიმევე პირობებში. სამი თვის შემდეგ საცდელი ნიმუშები მოცილებული იქნა წიპწებიდან და ჩავატარეთ მათი ანალიზი (შედგებები მოტანილია ცხრილში).

მიღებული შედეგების საფუძველზე დადგინდა იქნა:

1. სხვადასხვა ვაზის ჯიშის ყურძნის წიპწაში, როგორც ჯამური ფენოლური ნაერთების შემცველობა, ისე ანტიოქსიდანტობა სრულიად განსხვავებულია;
2. ანალიზებით ირკვევა, რომ ყველა ვაზის ჯიშის ყურძენი არ შეიძლება გამოყენებულ იქნას კახური წესით ღვინის დასაყენებლად (მაგ: ვარდისფერი რქაწითელი).

შედგებიდან გამომდინარე შეიძლება დავასკვნათ, რომ ვაზის სხვადასხვა ჯიშების ყურძნის არა მარტო წიპწების, არამედ მტვენის ყველა მაგარი ნაწილების ფუნდამენტური გამოკვლევა საშუალებას მოგვცემს სწორად განვსაზღვროთ მათი გამოყენების არეალი.

ლიტერატურა

1. Bourzeix M, Weiland D, Heredia N – Study of catechins and procyanidins in grape clusters, wine, and other vine products, Bulletin de l'Office International de la Vigne et du Vin 59, 1171-1253.
2. RENAUD S, DE LORGERILM -Wine, Alcohol, Platelets, and French Paradox for Coronary Heart Disease. The Lancet, Vol 339, 1992, pp. 1523-1526.
3. Masquelier, J. (1988) Bull. De L'O.I.V. 689-690, 554.
4. Masquelier, J. (1992) Bull. De L'O.I.V. 733-734, 177.

SUMMARY

PHENOLS AND THEIR ANTIOXIDANT ACTIVITY IN GRAPE SEEDS OF DIFFERENT CULTIVARS

Ugrekheldze G.D., Burdiashvili R.G., Vepkhiashvili N.G. and Javakhishvili M.L.

Jakob Gogebashvili State University, Telavi

Both the total content of phenols and their antioxidant activity are different in the grape seeds of different cultivars. The analyses showed that not all grape cultivars can be used for production of wine by Kakheti technology (for example, Pink Rkatsiteli). The investigation results suggest that the fundamental research of not only the seeds of different grape cultivars, but of all hard parts of the bunches of grapes of different cultivars will allow defining the scope of their application.

Keywords: grape seeds, antioxidant activity, phenolic compounds.

გოგირდის დიოქსიდის, ტანინისა და ასკორბინის მჟავის ზემოქმედება
ოქსიდირებული ღვინის ფიზიკურ-ქიმიურ პარამეტრებსა და ორბანოლოგიაში
მაჩვენებლებზე

ჭკუასელი ლ.მ., გელიაშვილი ზ.ე., ხომასურიძე მ.ბ ჯიჯიაშვილი ვ.ე.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ოქსიდაციით გამოწვეული ყავისფერი შეფერილობა და განვითარებული არასასურველი არომატი ჯერ კიდევ არსებული პრობლემაა თანამედროვე ენოლოგიურ პრაქტიკაში. ღვინის ნაკლი, ოქსიდაცია შემდეგნაირად ვლინდება: ფენოლური ნაერთების დაჟანგვით გამოწვეული ყავისფერი ტონები და ოქსიდაციისათვის დამახასიათებელი არომატები: აცეტალდეჰიდი, ძმარმჟავა, ეთილაცეტატი, იზოამილ-აცეტატი. დაჟანგული ღვინო ხასიათდება გადამწიფებული ხილის: ვაშლის მსხლის, ბანანის ტონებით, ღრმად განვითარებული პროცესისას კი, ძმრის და გამხსნელი ნივთიერებების სუნით. ტკბილისა და ღვინის ოქსიდაციის სამ ძირითად მექანიზმს ასხვავებენ : ენზიმატურს (ოქსიდაზური ფერმენტების აქტივობით გამოწვეული), ქიმიურს და მიკრობიოლოგიურს.

ტკბილსა და ღვინოში აქტიური ფერმენტები ტიროზინაზა და ლაკაზა, (არეში ამ ფერმენტების აქტივობა მაღალია დაავადებული ყურძნის გადამუშავებისას, განსაკუთრებით კეთილშობილი სიღამკლის შემთხვევაში, თუ ტკბილი საწყის ეტაპზე არ არის სულფიტირებული და დამუშავებული) იწვევს ფენოლური ნივთიერებების დაჟანგვას და ხელს უწყობს ალდეჰიდების წარმოქმნას. ამ შემთხვევაში ჟანგვითი რეაქციის განვითარება ხდება ოქსიდაზური ფერმენტების აქტივობით, ჟანგბადის თანაობისას და კოფაქტორად გვევლინება რკინა. სხვა დანარჩენი ფერმენტების მსგავსად ეს ფერმენტები ძლიერი აქტივობით ხასიათდებიან მაღალი ტემპერატურული რეჟიმისას, ასევე ხელმშემწყობი ფაქტორია მაღალი pH.

ქიმიური ოქსიდაციის განვითარების მიზეზია ღვინის ჰაერთან შეხება. ჟანგვითი რეაქციები განვითარებაზე მნიშვნელოვან ზეგავლენას ახდენს ღვინის შემადგენელი რკინა და სპილენძი. ოქსიდაციისას ღვინოში საწყის ეტაპზე იჟანგება ფენოლური ნაერთები, და შემდეგ ის ნივთიერებები, რომლებიც პირდაპირ რეაქციაში არ შედიან ჟანგბადთან. ჰაერთან შეხების შედეგად ვითარდება მთელი რიგი ჟანგვითი რეაქციები, სპირტის დაჟანგვა ძმარმჟავა ალდეჰიდად და შემდგომ ძმარმჟავის წარმოქმნა. ოქსიდაციის პროცესის განვითარებაზე მნიშვნელოვან ზეგავლენას ახდენს ტემპერატურა, pH.

მიკრობული ოქსიდაცია მოიცავს მთელ რიგ ტკბილისა და ღვინის არასასურველი მიკროორგანიზმების აქტივობით გამოწვეულ პროცესებს. ღვინის მიკრობული ოქსიდაციის ძირითადი გამომწვევებია სოკო *Candida*-ს და ველური საფუერების *Pichia* და *Kleocera*-ს ცხოველქმედება არეში. ეს მიკროორგანიზმები ხშირ შემთხვევაში ყურძნის მიკროფლორის წარმომადგენლები არიან და მაღალ ტემპერატურულ პირობებში აქვთ უნარი წარმოქმნან ეთილაცეტატი და აცეტალდეჰიდი ყურძნის მოკრეფიდან რამოდენიმე საათში. ზოგიერთი ველური საფუერის შტამი რეზისტენტულია დაბალი ტემპერატურული რეჟიმის მიმართ და, შესაბამისად, მხოლოდ ტემპერატურული რეჟიმის რეგულირება ვერ აფერხებს ბაქტერიების ცხოველქმედებას [1].

გოგირდის დიოქსიდის გამოყენება ტკბილისა და ღვინის ოქსიდაციისაგან დაცვის მიზნით დანერგილი პრაქტიკაა და ნებადართული ტექნოლოგიური ოპერაციაა, როგორც საქართველოში ასევე მთელ რიგ ღვინის მწარმოებელ ქვეყნებში, მაგრამ რეგულირებულია მისი გამოყენების მაქსიმალური ოდენობა. გოგირდის დიოქსიდის მაღალი კონცენტრაცია ღვინოს არასასურველ არომატს ანიჭებს და გარკვეულ წილად ზეგავლენას ახდენს ადამიანის ორგანიზმზე, იწვევს ხველებას, შეტევას ასთმით დაავადებულ პაციენტებში, ანაფილაქსიურ შოკს და ა. შ. გოგირდის დიოქსიდი ოქსიდაციის პრევენციის მიზნით ეფექტურია, რადგან ის აფერხებს

ქანგვითი რეაქციების წარმართვას. თუმცა ოქსიდირებული ღვინის გამოსწორება მხოლოდ მისი გამოყენებით შეუძლებელია. ენოლოგიურ პრაქტიკაში გამოსაყენებელ მასალათა მწარმოებლები ოქსიდაციის პრევენციისათვის და ნაკლის გამოსწორებისათვის რეკომენდაციას იძლევიან გამოყენებულ იქნას ასკორბინის მჟავა, მის შედეგიანობას ადასტურებს უკანასკნელ წლებში ჩატარებული კვლევები. ამერიკელი მკვლევარების მიერ *Aurora* და *Cayage* ყურძნის ჯიშებიდან მიღებულ თეთრ ღვინოების მაგალითზე შესწავლილი იქნა სხვადასხვა ქიმიური ნაერთების ეფექტურობა ღვინის ოქსიდაციისაგან პრევენციისა და გაყავისფრებული ღვინის გამოსწორებისათვის. განხორციელებულმა კვლევის შედეგებმა ცხადყო, რომ ასკორბინის მჟავის გამოყენება გოგირდის დიოქსიდთან კომბინაციაში სხვა პრეპარატებთან შედარებით, ყველაზე მეტად ეფექტურია [2].

ასკორბინის მჟავა გამოიყენება „ოქსიდური შოკის“ პროფილაქტიკისათვის. ასკორბინის მჟავას გააჩნია რედუცირების ძლიერი უნარი. მჟავა გარემოში იგი ბოჭავს ქანგბადს და წარმოქმნის დეჰიდროასკორბინმჟავას. ამგვარად, აბათილებს ღვინის ფერმენტატული და არაფერმენტატული დაქანგვის, დაძმარების რისკსა და რკინის კასის წარმოქმნას. ასკორბინის მჟავას გამოყენება გამორიცხავს ღვინის ნაადრევ დავარგებას. მთლიანობაში პრეპარატი აუმჯობესებს ღვინის გემოს, ანიჭებს მას სიხალისეს. ასკორბინის მჟავას გამოყენების მაქსიმალური დოზაა 250 მგ/ლ ღვინოში.

ასკორბინის მჟავა ყოველთვის გამოიყენება გოგირდის შემცველ პრეპარატებთან ერთად. იცავს ღვინის ფენოლებს დაქანგვისაგან და, შესაბამისად, თეთრ ღვინოს გაყავისფრებისაგან. მისი გამოყენება ხდება ჩამოსხმის წინ, ფერმენტაციისას და ორგანოლექტიკური თვისებების ოპტიმიზაციის მიზნით.

ოქსიდაციის პრევენციის მიზნით მეღვინეობის პრაქტიკაში ნებადართული მასალების მწარმოებელი შამპანის ენოლოგიის ინსტიტუტი, ჩატარებულ კვლევებზე დაყრდნობით რეკომენდაციას იძლევა ოქსიდაციის პრევენციის მიზნით გამოყენებულ იქნას ტანინები. გალოტანინი იცავს ტკბილს დაქანგვისაგან, ხელს უწყობს ტკბილში ლაკაზისა და ტიროზინაზის ინჰიბაციას. ასევე გოგირდის დიოქსიდთან ერთად მისი გამოყენება აფერხებს ოქსიდაზური კასის და ტკბილსა და ღვინოში არასასურველი მიკრობიოლოგიური პროცესების განვითარებას [3].

კახური წესით ღვინის დამზადებისას ფერმენტაციაში მონაწილეობს კლერტი, რაც პირდაპირი დრენაჟია ქანგბადისათვის. ოქსიდაციის შედეგად არეში გროვდება აცეტალდეჰიდი, იზოამილაცეტატი, ეთილაცეტატი და ძმარმჟავა ეთილეთერი. სამწუხაროდ, ამ ნივთიერებებისაგან გამოწვეული ღვინის ტონები: გადამწიფებული, დაქანგული ვაშლის, მსხლის, სიღამპლე შეპარული ბანანის, წებოსა და აცეტონის მაგვარი სუნი, ძმრის ტონები გარკვეულ წილად კახური ღვინისათვის დამახასიათებელი გახდა და მომხმარებელი ამას შეეჩვია. ამან რეალურად გამოიწვია ქართველი კაცის გემოვნების დაქვეითება, არადა კახური ღვინის არმატი, ბუკეტი, გემო ძველ ლიტერატურულ წყაროებში სულ სხვანაირადაა მოხსენიებული: ტანინებით მდიდარი, შენახვის მაღალი პოტენციალის მქონე გემრიელი, ხასიათიანი ღვინო, რომელიც ცეცხლისფრით ხასიათდება და ნივთისა და ვაშლის ჩირის ტონები დაჰკრავს. აშკარაა რომ, თუ კახურ ღვინოს ისევ ვამზადებთ, აუცილებელია ტექნოლოგიური პროცესის სრულყოფა, წლებთან ერთად ცვალებადია მომხმარებლის გემოვნება და ხარისხის განმსაზღვრელი ტენდენციები. ტრადიციების დაცვა, გარკვეულ წილად ერის ღირსების შენარჩუნების ერთ-ერთი აუცილებელი პირობაა, თუმცა ასევე, მნიშვნელოვანია თანამედროვე ტექნოლოგიებისა და მიდგომების დანერგვა, მით უფრო როცა თანამედროვე ტენდენციები ერწყმება წინაპართა შეხედულებებსა და ცოდნას. დარგის განვითარებისათვის და ქართული პროდუქციის პოპულარიზაციისათვის საჭიროა პროდუქციის ხარისხის გაუმჯობესება, სიახლეების დანერგვა და წარმოებისას ბაზრის მოთხოვნილებების გათვალისწინება.

კახური ღვინოების ტექნოლოგიური პროცესის დახვეწისა და მისი ოქსიდაციისაგან პრევენციის მიზნით კვლევა განვახორციელეთ ღვინის საწარმო „ტიფლისსკი ვინნი პოვრებში“. კვლევის ობიექტად შერჩეულ იქნა საწყის ეტაპზე სუსტად გამოხატული ოქსიდირებული არმატის მქონე (აცეტალდეჰიდი, ეთილ-

აცეპტატი), ფერზე ყავისფერი ტონების მქონე, კახური წესით (კლერტზე დადუღებული) დამზადებული ღვინომასალა. ოქსიდაციის პროცესი საკვლევ ობიექტში არ ყოფილა იმდენად ღრმად განვითარებული რასაც ადასტურებდა აქროლადი მჟავების შემცველობა 0,6 გ/ლ. ყურძნის გადამუშავების პროცესში ღვინომასალის წარმოებისას არ განხორციელებულა სულფიტაცია, ფერმენტაცია განხორციელდა ველურ საფუარზე და დუღილის შემდეგ მწარმოებლის მიერ არასაკმარისი ოდენობით გოგირდის დიოქსიდის გამოყენებამ (თავისუფალი SO₂ 5 მგ/ლ და საერთო SO₂ 38 მგ/ლ) გადაღებებისას გამოიწვია ღვინის ოქსიდაცია, რასაც ადასტურებს სპეციალური ხელსაწყოთი - DO(dissolved oxygen) meter-ი გაზომილი ჟანგბადის შემცველობა, რომელიც ასახულია ცხრილში 1. საკონტროლო ნიმუშის ორგანოლექტიკური მახასიათებლები ასახულია ცხრილში 2. ღვინო დამზადებული იქნა 2014 წლის ყურძნის მოსავლისაგან, ჯიში - რქაწითელი. ექსპერიმენტის დასაწყისში საკვლევ ობიექტად შერჩეული ნიმუში დაუმუშავებელი იყო და მისი კვლევის მიზნით გამოყენება განხორციელდა ფერმენტაციიდან 4 თვის შემდგომ.

ცხრილი 1. საკონტროლო ნიმუშის ფიზიკურ-ქიმიური პარამეტრები

ეთილის სპირტის მოც. წილი	11,6%
ტიტრული მჟავების მასის კონცენტრაცია	5 გ/ლ
აქროლადი მჟავების მასის კონცენტრაცია	0,6 გ/ლ
რკინის მასის კონცენტრაცია	1,6 მგ/ლ
თავისუფალი SO ₂	5 მგ/ლ
საერთო SO ₂	38 მგ/ლ
საწყისი O ₂	6,1
საბოლოო O ₂	6,0

ცხრილი 2. ორგანოლექტიკური შეფასების შედეგები

№	დასახელება	მოსავლის წელი	ვიზუალური შეფასება		გემო	არომატი	პარმონია
			უარყოფითი	დადებითი			
1	1 ნიმუში საკონტროლო აერაციამდე	2014	+		1,5	1,5	2
2	1 ნიმუში საკონტროლო	2014	+		1	1	1
3	3 ნიმუში ვიტამინი C; კალეფიტი	2014		+	1,5	1,5	2
4	6 ნიმუში ტანინი; კალეფიტი	2014		+	2,2	1,5	2

ღვინომასალა დაიყო სამ თანაბარ ნაწილად:

1. საკონტროლი - ყოველგვარი დანამატის გარეშე;
 2. ღვინომასალაში კალიუმის მეტაბისულფიტთან ერთად შეტანილი იქნა ასკორბინის მჟავა;
 3. კალიუმის მეტაბისულფიტთან ერთად შეტანილი იქნა ტანინი.
- ჩამონათვალი და დოზები ასახულია ცხრილში 3. პრეპარატების დოზები შერჩეულია და დაცულია ხსნარების მომზადების წესები პრეპარატების მწარმოებლის მიერ მოწოდებული მოხმარების რეკომენდაციისა და წესების შესაბამისად.

ცხრილი 3. გამოყენებული პრეპარატები და დოზები

ნიმუში	პრეპარატის სახელწოდება	პრეპარატის შედგენილობა	დოზა
ნიმუში 1	ვიტამინი C	ასკორბინმჟავა	250 მგ/ლ
	კალეფიტი	კალიუმის მეტაბისულფიტი	40 მგ/ ლ
ნიმუში 2	VR-supra	ტანინი	40 გ/ჰლ
	კალეფიტი	კალიუმის მეტაბისულფიტი	40 მგ/ ლ

გამოყენებული მასალების გამოცდის მიზნით ნიმუშები დაყოფილი იქნა 9 კვირის განმავლობაში 30 °C და 3 ჯერადად სამ კვირაში ერთხელ განხორციელდა ნიმუშების სამჯერადი გადაღება აერაციით. იმისათვის, რომ დაგვედგინა გამოყენებული მასალების ანტიოქსიდანტური ეფექტი, ნიმუშების ფიზიკურ-ქიმიური პარამეტრების კვლევა განხორციელდა აკრედიტირებულ ლაბორატორიაში - შპს „ღვინის ლაბორატორია“, ვალიდირებული მეთოდების გამოყენებით. შედეგები ასახულია ცხრილებში 4 და 5.

ცხრილი 4. ღვინის ნიმუშების ფიზიკურ-ქიმიური პარამეტრები

№	პრეპარატის სახელწოდება	ეთანოლის მოც.წ.-%	აქროლადი მჟავების მ/კ. გ/ლ	ტიტრული მჟავების მ/კ. გ/ლ	დაყვანილი ექსტრაქტი მ/კ. გ/ლ	საერ. SO ₂ მ/კ. მგ/ლ	თავისუფ. SO ₂ მ/კ. მგ/ლ
1	კონტროლი	10,86	0,79	4,8	21,2	3	12
2	ვიტამინი C; კალეფიტი	11,49	0,64	5,12	22,7	79	42
3	VR-supra კალეფიტი	11,57	0,61	5,0	23,1	80	27

ცხრილი 5. უმაღლესი სპირტების, ეთერებისა და ალდეჰიდების შემცველობა ღვინომასალებში

პარამეტრი	1 ნიმუში საკონტროლო	3 ნიმუში ვიტამინი C; კალეფიტი	6 ნიმუში ტანინი; კალეფიტი
მეთანოლი მოც. წ.-%	0,08	0,07	0,08
ეთილაცეტატი მგ/ლ	43,00	37,00	35,00
n-პროპანოლი მგ/ლ	0,00	0,00	0,00
იზო-ბუტანოლი მგ/ლ	28,20	25,00	25,00
n-ბუტანოლი მგ/ლ	0,00	0,00	0,00
იზო-ამილი მგ/ლ	112,50	110,0	108,00
n-ამილი მგ/ლ	0,00	0,00	0,00
უმაღლესი სპირტები (უწყლო სპირტზე გადაანგარიშებით) მგ/ლ	183,70	172,00	168,00
ალდეჰიდები	28,00	23,00	20,00
ეთერები (ეთილაცეტატზე გადაანგარიშებით) გ/ჰლ	155,0	149,0	147,0

ღვინის საწარმო „ტიფლისკი ვინი პროგრესში“ მომუშავე 3 ტექნოლოგის მიერ როგორც კვლევის საწყის ეტაპზე, ასევე საკვლევი ნიმუშების ანალიზის შემდგომ განხორციელდა ორგანოლექტიკური შეფასება 5 ბალიანი სისტემით. შედეგები ასახულია ცხრილში 2.

დასკვნა:

1) შენახვის მაღალი ტემპერატურის 30 °C და სამჯერადად განხორციელებული აერაციის პირობებში, კალიუმის მეტაბისულფიტის და ტანინის კომპლექსური გამოყენება ეფექტურია ღვინის ოქსიდაციის პრევენციის მიზნით;

2) შენახვის მაღალი ტემპერატურის 30°C და სამჯერადად განხორციელებული აერაციის პირობებში, ასკორბინის მჟავასა და კალიუმის მეტაბისულფიტის კომპლექსურ გამოყენებასთან შედარებით, ტანინის და კადეფიტის კომპლექსური გამოყენება მეტად იცავს ღვინოს ოქსიდაციისაგან. კერძოდ, დამუშავებულ ნიმუშებში ფიზიკურ-ქიმიური პარამეტრების განსაზღვრის შედეგებზე დაყრდნობით, ნაკლებად აღინიშნება ეთანოლის და ტიტრული მჟავების კონცენტრაციის კლება და აქროლადი მჟავების, ეთილაცეტატის, ეთერების, უმაღლესი სპირტების, ალდეჰიდების მასის კონცენტრაციის გაზრდა, რის შედეგადაც ღვინოში არ ყალიბდება ოქსიდაციისათვის დამახასიათებელი ორგანოლექტიკური თვისებები.

ლიტერატურა

1. Patricia Ann Howe. „Wine and juice oxidation”. Proceedings of Texas Viticulture &Enology Research symposium. 2009 Granbury. Texas. pp38-40
2. Vassiliki Panadgiotakopoulou and J.R Morris. „Chemical additives to reduce Browning in white wine. American Journal Enology and Viticulture. American Society for Enology and Viticulture. USA. Davic. 2009; vol. 42 #3 pp.225-260
3. Catalog of Oeno-products: Conception decision and Optimizaton. IOC 2015. Epernay France.59 pp.

SUMMARY

THE IMPACT OF SULFUR DIOXIDE, TITANIUM AND ASCORBIC ACID ON THE PHYSICOCHEMICAL PARAMETERS AND ORGANOLEPTIC PROPERTIES OF OXIDIZED WINE

Chkuaseli L.M., Geliashvili Z.E., Khomasuridze M.B. and Jijiashvili V.E.

Georgian Technical University

Oxidation of wine is still a rather topical problem in modern winemaking. Hence various auxiliary materials (potassium metabisulfite, tannin and ascorbic acid) for wine were used in the investigation to find solutions to the problem and its prevention. The combined use of potassium metabisulfite and tannin is efficient for prevention of wine oxidation, while the combined use of ascorbic acid and potassium metabisulfite is efficient for improving the already oxidized wine. For usefulness of the results, physicochemical analyses of test wine materials were performed, and the organoleptic properties of wine were tested by a tasting commission.

Keywords: wine, oxidation, wine materials, physicochemical parameters, organoleptic properties.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ ПАТОГЕНОВ В АРЕАЛЕ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КУЛЬТУРЫ

Канчавели Ш.С.

Научно-исследовательский центр Министерства сельского хозяйства Грузии

Внешней средой для патогенов растений является зараженное растение, но у большинства патогенов часть жизненного цикла проходит вне растения, и в это время они подвержены влиянию абиотических условий среды, в частности, влиянию погоды. Некоторые патогены сохраняются вне растения в виде стойких перезимовывающих структур. Поэтому погода оказывает на патогены двойственное влияние: с одной стороны, она влияет на их распространение, а с другой – на их выживание в период между двумя вегетационными сезонами. Кроме того, погода часто действует на патогены косвенным образом, изменяя устойчивость растений – хозяев, почвенные условия, количество и активность переносчиков патогенов, сохранение зараженных растительных остатков и растений самосева, выживаемость зараженных растений данной сельскохозяйственной культуры, а также зараженных дополнительных или промежуточных хозяев патогена. Таким образом, влияние внешних условий на скорость распространения и на ареал патогенов носит достаточно сложный характер. Наиболее влияющими на развитие и распространение патогенов факторами являются влажность воздуха и наличие капельно-жидкой влаги, температура и освещенность. Изменения атмосферного давления в обычных пределах, по-видимому, в данном случае не имеют большого значения. Однако, резкое повышение барометрического давления иногда увеличивает устойчивость фасоли к *Pseudomonas medicaginis*, табака к *P.tabaci* и картофеля к *Erwinia carotowora*.

Для большинства грибов и бактерий, поражающих побеги растений, благоприятна влажная погода. Исключение составляют возбудители мучнистой росы. Влажность может влиять на распространение патогенов несколькими способами. Во-первых, от нее иногда зависит спороношение. Например, для образования спорангиев ложно мучнисторосяных грибов необходима высокая влажность. Во-вторых, она может влиять на освобождение и рассеивание спор, поскольку споры некоторых патогенов распространяются с дождевыми брызгами. Роса вряд ли может в этом смысле заменить дождь, но если она достаточно обильна, то капли воды, скатываясь с верхних листьев на зараженные нижние листья и разбрызгиваясь, тоже рассеивают споры. Возможно также и неблагоприятное косвенное влияние. Так, сильный дождь может разрушить спороносные структуры, смыть споры с листьев или способствовать развитию гиперпаразитов, ограничивающих спороношение патогенов. В-третьих, влажность может повлиять на сам процесс заражения, поскольку для прорастания спор многих грибов и бактерий и для их внедрения в растение необходимо, чтобы поверхность растения была покрыта тонкой пленкой влаги. Для раневых паразитов и для патогенов, внедряющихся в растительные ткани при помощи переносчиков, это не имеет такого большого значения. Капельно-жидкая влага, очевидно, вредна для прорастания спор многих мучнисторосяных грибов, поэтому она снижает заражаемость растений.

Сохранение воды на поверхности растений имеет, возможно, большее значение для заражения, чем общая влажность воздуха. В связи с этим факторы, способствующие удержанию воды на растениях, ускоряют их заражение и распространение многих патогенов. При благоприятных условиях некоторые патогены осуществляют заражение за несколько часов, другим требуется для этого 12 или более часов, причем на протяжении всего этого периода необходима влага. Сохранению влаги на поверхности растений способствуют высокая влажность воздуха, отсутствие ветра, влажная почва и наличие тени, т.е. условия, которые преобладают под густым покровом листьев. Моросящие дожди более вероятны в приморских районах и рядом с большими водоемами, туманы же часто возникают и в районах, отдаленных от моря. Интересно действие смога на развитие и распространение патогенов. Смог, очевидно, вреден не только растениям, но и патогенам, сернистый газ подавляет рост некоторых фитопатогенных грибов, в частности возбудителя черной пятнистости роз *Diplocarpon rosae*.

В распространении некоторых патогенов частота выпадения осадков играет более важную роль, чем их обилие. Это особенно справедливо в отношении тех патогенов, споры

которых распространяются с дождевыми брызгами. В таких случаях скорость распространения патогенов пропорциональна числу дождливых дней, а не общему количеству осадков [1].

Влажность почвы сказывается на развитии корневых патогенов, поскольку она влияет на рост корней, на почвенную микрофлору и на сам патоген, находящийся в почве. Все эти влияния сложны и мало изучены. Хорошо известно, что *Plasmodiophora brassicae* широко распространяется во влажной почве, для возбудителя актиномикозной парши картофеля (*Streptomyces scabies*) благоприятна сухая почва, а заражение проростков многими головневыми грибами, сохраняющимся в почве или в семенах, лучше всего происходит в умеренно влажной почве.

Температура, хотя и в меньшей степени, чем влажность, также важна для развития и расселения патогенов. Температурой отчасти определяется географическое распространение патогенов. Многие патогены довольно выносливы к неблагоприятной температуре. Отклонения от оптимальной температуры - до тех пор пока они не выходят за известные пределы - не предотвращают распространение патогенов, а лишь задерживают его, увеличивая продолжительность периодов заражения и спороношения. Максимальное развитие и распространение таких патогенов происходит не при какой-то определенной температуре, а в относительно широком интервале температур. Вне этого интервала распространение гриба замедляется, причем нижний и верхний температурный пределы выражены относительно четко.

Такие патогены, как возбудители курчавости листьев персика (*Taphrina deformans*), порошистой парши картофеля (*Spongospora subterranea*) и желтой ржавчины пшеницы и ячменя (*Puccinia striiformis*), хорошо развиваются при довольно низкой температуре. Напротив, такие патогены, как возбудители южной склероциальной гнили многих растений (*Corticium rolfsii*), бурой гнили (*Pseudomonas solanacearum*) и некоторые другие, характерны для теплых районов. Температура может также косвенно влиять на распространение патогенов: от нее зависит выживание инокулюма, распространенность переносчиков и гиперпаразитов, устойчивость растений и почвенные условия. Последнее особенно важно для патогенов, поражающих корни и проростки.

О влиянии света на распространение патогенов известно сравнительно мало, хотя есть сообщения о том, что интенсивность и качество света влияют на спороношение и, возможно, на прорастание спор и процесс заражения. Под густым покровом листьев снижается интенсивность света, и вероятно, изменяется его качество.

Это может влиять на заражение и спороношение, а, следовательно, и на распространение. На прямом солнечном свете в безветренную погоду листья нагреваются, и это, возможно, также сказывается на заражении и спороношении. Свет может влиять на распространение патогенов и косвенно, воздействуя на переносчиков, на естественную эпифлору растения или на открывание устьиц.

Еще одним метеорологическим фактором, влияющим на распространение патогенов, является ветер: он участвует в рассеивании спор и способствует расселению переносчиков патогенов. Переменчивые воздушные течения в большей мере способствуют распространению патогенов во всех направлениях, чем сильные устойчивые ветры, дующие всегда в одном направлении.

Из всего сказанного очевидно, что влияние погоды на распространение патогенов растений довольно сложно. Для многих патогенов оптимальные погодные условия известны достаточно, например: возбудитель фитофтороза картофеля *Phytophthora infestans* распространяется от отдельных больных растений, выросших из зараженных клубней. Для него благоприятна влажная погода с холодными ночами и теплыми днями. Спорангии лучше всего прорастают при 10-13⁰С, а максимальное спороношение наблюдается примерно при 18-24⁰С. В благоприятных климатических условиях спороношение может начаться уже через 4 дня после заражения. На тканях, только что заселенных патогеном, спорангии развиваются лучше, чем на уже убитых тканях, и распространение гриба происходит очень быстро. Основным источником инокулюма возбудителя парши яблонь (*Venturia inaequalis*) служат аскоспоры, освобождающиеся из перетеев, перезимовывающих на мертвых листьях. Для развития болезни лучше всего, чтобы весенняя холодная погода сменялась влажной и ветреной погодой, способствующей рассеиванию канидий. Аскоспоры хорошо прорастают при 11 – 22⁰С, но для того, чтобы затем произошло заражение, поверхность листьев по крайней мере в течение 9 ч.

должна оставаться влажной. Таким образом, длительное сохранение влажности более благоприятно для заражения, чем периодическое увлажнение.

Изучены [2] влияния погоды, главным образом, температуры и атмосферной влажности, на распространение возбудителя ложной мучнистой росы *Bremia lactucae* и возбудителя настоящей мучнистой росы *Erysiphe cichoracearum* на латуке в Калифорнии. *Bremia* встречается в районах с низкой средней температурой (13⁰С) и высокой средней влажностью (88%); развитие этого патогена в равной мере зависит от обоих факторов. Для *Erysiphe* оптимальными являются температура 17-19⁰С и влажность 77%, причем температура имеет большее значение. В одних районах встречаются оба патогена, хотя и в разных соотношениях, в других присутствует только какой-нибудь один из них.

Нами изучены условия для развития и распространения возбудителя ложной мучнистой росы винограда *Plasmopara viticola*. Установлено, что спороношение этого гриба происходит лучше всего при 22-26⁰С и высокой, 90-100%-ной влажности в ночные часы. В этих условиях период спороношения гриба составляет всего 4 дня; при снижении температуры и (или) влажности продолжительность его увеличивается. При относительной влажности ниже 60% образуется вообще мало споронгиев. Высокая влажность и температура (18-24⁰С) благоприятны также для прорастания спор и заражения, и оба эти процесса могут завершиться до рассвета. Болезнь может стать очень опасной, если ночи теплые и влажные, с обильной росой или дождями, особенно если днем сохраняется пасмурная погода и листья долго не просыхают.

Влияние погоды на развитие болезни сказывается не только на больших площадях; местные изменения климата могут вызвать локализованные вспышки болезни или, наоборот, предотвратить их развитие. [3] По-видимому, это характерно в основном для экстремальных условий, когда даже небольшое изменение хотя бы одного из метеорологических факторов может иметь решающее значение, особенно если между патогеном и растением существует очень тонко сбалансированное равновесие.

Известно, что некоторые патогенные грибы поражают всходы хвойных пород, находящихся под толстым слоем снега. Это, очевидно, связано с усиленным ростом гриба в условиях более высокой температуры на глубине, где она практически не опускается ниже 0⁰С [4]. *Cronartium ribicola* (возбудитель пузырчатой ржавчины) опасен для сосен, растущих в более холодных и сырых местах, например у основания склонов, в маленьких узких ложбинах и на небольших лесных полянах. Можно привести и другие примеры, когда местные отклонения от средних погодных условий ускоряют развитие патогена. Резкие местные изменения погоды могут нарушить нормальный ритм инфекционного цикла, и повлиять на распространение болезни.

Таким образом, зависимость развития патогенов от погоды изучена только в самых общих чертах, т.е. установлена связь между определенными погодными условиями и развитием той или иной болезни. В этом отношении могли бы оказаться полезными эксперименты в условиях искусственного климата в лабораториях и оранжереях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Waggoner P.E. //Phytopathology. 1965, 3, 103.
2. Schnathorst W.C. //Phytopathology. 1966, 56, 151.
3. Алексидзе Г.Н., Канчавели Ш.С. Роль климатического изменения в процессе патогенеза растения. Международная научная конференция. Тбилиси, 2014, с.63-65.
4. Gauman E. //Phytopathology. 1958, 48, 670.

SUMMARY

ECOLOGICAL FACTORS AFFECTING THE SPREAD OF PATHOGEN SPREAD IN THE AREA OF CROP CULTIVATION

Kanchaveli Sh.S.

Scientific Research Centre of the Georgian Ministry of Agriculture

Ecological factors (temperature, humidity, light and wind) affect the scale and spread of pathogens in the area of crop cultivation. They affect not only the formation and spread pathogens or preservation of inocula in the successive sowing period of receptive culture, but also the process of plant infection.

Keywords: plant protection, pathogens, ecology, weather conditions.

ПЕРЕКРЕСТНАЯ ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

Канчавели Ш.С.

Научно-исследовательский центр Министерства сельского хозяйства Грузии

Антагонизм патогенов распространен шире, чем синергизм. Изучали его главным образом у вирусов. Часто, хотя и не всегда, антагонизм обнаруживается между родственными вирусами. Причиной его может быть конкуренция за рецепторы или нарушение нормального хода размножения вирусов. Один вирус может полностью подавить другой. Так, активный вирус гравировки табака препятствует размножению Y - вируса картофеля и вируса мозаики белены и даже вытесняет их из растений, где эти вирусы уже обосновались.

Существуют другие случаи, когда заражение одним болезнетворным агентом предохраняет растение от других патогенов. Механизм этого явления только в редких случаях был исследован достаточно подробно. Обычно в работах сообщают о результатах опытов, в которых проводили одновременную или последовательную инокуляцию восприимчивых растений двумя патогенами. Взаимодействие патогенов может принять разную форму, и это важно знать, если культура поражается несколькими патогенами. Взаимодействовать могут различные расы патогена, разные виды одного рода, разные роды или разные типы. [1]

Существуют данные [2] о защите растений менее агрессивными или авирулентными штаммами. Нами тоже установлено, что слабо вирулентный штамм *Verticillium dahliae* Kleb. защищал растение слива от более агрессивного штамма гриба. Аналогичные явления описаны для фитопатогенных бактерий [3]. Авторы труда назвали их "премунитетом". Пре мунитет - это неспецифический приобретенный иммунитет, который проявляется в растениях, предварительно обработанных (инокулированных) одним видом бактерий, которые "иммунизируют", или защищают, растения от заражения другими бактериями. Это менее специфичная, более медленная и слабовыраженная реакция, чем сверхчувствительность, но она может быть важна при защите растений от бактерий. Пре мунитет можно вызвать не только предварительной обработкой растений авирулентными штаммами бактерий, но также убитыми патогенными бактериями, рибонуклеазой и другими агентами. В развитии пре мунитета могут играть роль изменения в уровне репрессии генов устойчивости растения.

Существует перекрестная защита между различными видами одного рода. Так, *Fusarium solani* (возбудитель гнили корней) предохраняет батат от возбудителя увядания *F.oxporium*; Такие же взаимоотношения возникают у штаммов этих двух видов при заражении ими гороха. В этих двух примерах два патогена вызывают разные болезни - сосудистое увядание (возбудитель - *F.oxysporum*) и гниль корней (возбудитель - *F.solani*) *F.solani*, вероятно, первым проникает в растение и замедляет заселение корней *F.oxysporum*.

Перекрестная защита наблюдается также между различными родами патогенов. Инокуляция пшеницы смесью *Ustilago nuda* (возбудитель пыльной головни) и *Tilletia tritici* (возбудитель твердой головни) приводила у некоторых сортов пшеницы к подавлению спороношения *T.tritici* У других сортов оба гриба образовывали споры на одних тех же колосьях, причем спороношения *Tilletia* обычно располагались ближе к верхушке колоса. *Uromyces phaseoli* (возбудитель ржавчины фасоли), не способный поражать подсолнечник, защищает его от *Puccinia helianthi* (возбудителя ржавчины подсолнечника), и наоборот. Антагонизм между *Erysiphe graminis f.sp.tritici* и *Puccinia triticina* наблюдается на некоторых сортах пшеницы.

Перекрестная защита описана также для систематически очень далеких возбудителей болезней. Предварительная инокуляция растений табака возбудителями переноспороза *Peronospora tabacina* защищает их от заражения вирусом табачной мозаики, а этот вирус защищает фасоль от *Uromyces phaseoli*. Предварительное заражение фасоли *U.phaseoli* и заражение подсолнечника *Puccinia helianthi* предохраняет их от повреждений, вызываемых смогом. Логично заключить, что патоген, проникающий в растение первым так изменяет его ткани, что они каким-то неизвестным путем становятся менее восприимчивыми к возбудителю второй болезни, но природа этих изменений неясна.

Взаимодействие патогенов, по-видимому, можно нередко наблюдать и в полевых условиях. Так, на растения, зараженные патогеном *A*, не нападает патоген *B* или они не так сильно поражаются им в сравнении с растениями, не зараженными патогеном *A*. Несмотря на очевидное потенциальное значение такой перекрестной защиты, подробно описано очень мало случаев. Возможно, что в борьбе с особо вредоносными патогенами можно было бы использовать искусственное заражение патогенами, вызывающими лишь небольшие повреждения.

Существуют различные механизмы перекрестной защиты. Патоген может вызывать структурные и (или) метаболические изменения в зараженном растении, препятствующие развитию второго патогена. Возбудитель корневой гнили гороха *Fusarium solani f.sp.pisi* заселяет эпидермис и кору корней гороха гораздо быстрее и интенсивнее, чем возбудитель сосудистого увядания *F.oxysporum* к центральному цилиндру корня и тем самым уменьшают вероятность заболевания растений сосудистым увяданием.

Могут иметь место и локализованные антагонистические эффекты, при которых один патоген уменьшает возможность заражения другим. Так, инокуляция проростков пшеницы уредоспорами *Puccinia coronata* (возбудитель корончатой ржавчины) уменьшала число пустул, образующихся на листьях при последующей инокуляции проростков возбудителем бурой ржавчины пшеницы *P.recondita*, и образовавшиеся пустулы принадлежали к другому типу. Это явление может быть связано с образованием при инокуляции проростков пшеницы *P.coronata* веществ, ингибирующих *P.recondita*.

Некоторые исследователи [4] считают, что при перекрестной защите играют роль фитоалексины. Они поставили остроумные опыты, в которых фитоалексин, образовавшийся в инфицированных устойчивых растениях сои, по матерчатому фитилю переходил на восприимчивые растения и предохранял их от фитофтороза, вызываемого *Phytophthora megasperma var.sojae*. В других опытах кончики фитилей, содержащих фитоалексин, помещали вместе с грибом в ранки на гипокотилиях восприимчивых растений; это также предотвращало инфекцию. Инокуляция листьев *Peperomia* авирулентными штаммами *Phytophthora nicotinae var.parasitica* приводила к появлению поражений, характерных для реакции сверхчувствительности, и на них уже не мог поселиться вирулентный штамм. Такое защитное влияние распространялось и на неповрежденные ткани, непосредственно примыкающие к поражениям. Хотя обычно считают, что фитоалексины сосредоточиваются главным образом в месте внедрения патогена, возможно, что какое-то их количество перемещается по растению, придавая устойчивость другим его частям. Известно, например, что при инокуляции стеблей табака *Peronospora tabacina* возрастает устойчивость листьев к этому патогену. Заманчиво предположить, что это обуславливается именно таким перемещением фитоалексинов из инокулированных стеблей в листья. Действительно, экстракт из устойчивых листьев подавлял прорастание конидий *P.tabacina*. Накапливается все больше данных, пока еще в основном косвенных, в пользу передвижения фитоалексинов в растениях. Однако достоверно это еще не доказано, и мало что известно о способе такого передвижения. Существуют, вероятно, другие механизмы, при помощи которых присутствие одного патогена может предотвратить или уменьшить заражение растительной ткани другим патогеном. В качестве примера можно назвать выделение токсинов, конкуренцию за питательные вещества или - для патогенов, проникающих через устьица, - "захват" устьица одним из патогенов. Действительно, многие из описанных выше защитных реакций, вызываемых в растении патогенами, могут участвовать в перекрестной защите.

Интересно, что тип взаимодействия двух патогенов иногда зависит от сорта растения - хозяина. Так, при одновременном заражении пяти сортов пшеницы *Erysiphe graminis tritici* и *Puccinia triticina* развитие ржавчины на двух сортах усиливалось, на одном уменьшалось, а на двух других было таким же, как и при заражении одним только ржавчинным грибом. Все пять сортов были "полуустойчивы" к использованной расе *P.triticina* (раса 66) и восприимчивы к использованному штамму *Erysiphe*. Каков бы ни был механизм описанного явления, совершенно очевидно, что на характер взаимодействия патогенов повлиял генотип растения.

Значительная часть исследований по взаимодействию патогенов была проведена с облигатными или высокоспециализированными паразитами, такими, как возбудители ржавчины или мучнистой росы, которые, вероятно, изменяют метаболизм пораженных (и

соседних) тканей, но не сразу убивают их. Менее специализированные паразиты часто достаточно быстро убивают пораженные ткани, и с этим, по-видимому, связан механизм перекрестной защиты; например, облигатные паразиты не поселяются на тканях, убитых некротрофами. Однако это, конечно, не исчерпывает проблему полностью, и перекрестная защита среди неспециализированных паразитов нуждается в дальнейшем исследовании.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексидзе Г.Н. Защита растений. -Тбилиси, 2014, 312с.
2. Schnathorst W.C. //Phytopathology, 1966, 56, 151.
3. Klement Z., Goodman R.W. //Rev. Phytopathology., 1967, 5, 17.
4. Chamberlain D.W., Paxton J.D. //Phytopathology, 1968, 58, 1349.

SUMMARY

CROSS PROTECTION OF PLANTS

Kanchaveli Sh.S.

Scientific Research Centre of the Georgian Ministry of Agriculture

It is possible to protect plants against more aggressive pathogen strains by means of their preliminary infection by less aggressive or avirulent ones. It was revealed established that a weakly virulent strain *Verticillium dahlia Kleb* protected plum plants from a more aggressive strain of fungus. It was established that there is cross protection between different types of pathogens of the same kind. Cross protection of plants is also observed with different kinds of pathogens. There are different mechanisms of cross protection of plants in the process of which phytoalexins and tocsins play an important role.

Keywords: plant protection, cross protection, avirulent strains, immunity.

დამარბილებლით გაჟღენთილი სამედიცინო საფენების ბავლენა
ბიოკომპოზიციის არეს თვისებებზე

ფაილოძე ნ.ო., ბუაძე ე.პ.

აკაკი წერეთლის სახელობის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ქუთაისი

თუ გათვალისწინებთ, რომ სამედიცინო საფენი ცოცხალი ორგანიზმის დაზიანებულ ადგილებსა და ღია ჭრილობებზე უნდა მოთავსდეს, გარდა საფენის სიხისტისა, ფიზიოლოგიური თვალსაზრისით მნიშვნელოვნად მიგვაჩნია თავად ბიოკომპოზიციის გარემოს pH მახასიათებელიც. ცნობილია, რომ უცხო სხეულთან ბიოლოგიურ შეთავსებადობა მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული გარემო არეს pH-ზე, ვინაიდან აღნიშნული სიდიდე მნიშვნელოვნად განაპირობებს დაზიანებული ზედაპირისა და საფენზე დატანილი ბიოკომპოზიციის უმტკივნეულო და ეფექტურ თანაარსებობას [1-3]. დერმატოლოგიაში მიღებულია, რომ სამკურნალო საშუალებები, რომლებიც უშუალოდ ზემოქმედებენ კანსა და დაზიანებულ ზედაპირზე სუსტი მჟავა ან ნეიტრალური არით უნდა ხასიათდებოდნენ. ამდენად, ბიოკომპოზიციის pH მახასიათებელზე დამარბილებლის ზემოქმედების შესწავლა მნიშვნელოვნად და აუცილებლად მივიჩნიეთ. ხელსაწყოზე PH -673-M განვსაზღვრეთ ბიოკომპოზიციის pH. კვლევის შედეგი მოცემულია ცხრილში.

ცხრილის მონაცემებიდან ჩანს, რომ სუფთა ბენტონიტი ტუტე ბუნების მატარებელია. ეს ბუნებრივია, ვინაიდან იგი ნატრიუმის მოძრავ იონებს შეიცავს. ბენტონიტის pH 9,6 - 9,8-ის ზღვრებშია. ჩვენს მიერ შერჩეული დამარბილებლების (ზეთების) – pH 5,1 - 5,2 ზღვრებშია ე.ი. სუსტი მჟავა ბუნების არიან.

დამარბილებლის გავლენა ბიოკომპოზიციის არეს pH-ზე

ზეთის კონცენტრაცია, გ/ლ	ბენტონიტის კონცენტრაცია, გ/ლ			
	30	70	110	
ზეითუნი	0	9,8	9,6	9,6
	50	7,7	7,55	7,35
	100	7,65	7,35	7,1
	150	7,45	7,05	7,15
სოიო	0	9,8	9,6	9,6
	50	7,71	7,50	7,15
	100	7,60	7,29	7,06
	150	7,38	7,09	9,03
ეკალიპტი	0	9,8	9,6	9,6
	50	7,65	7,38	7,27
	100	7,48	7,22	7,16
	150	7,31	7,16	7,11
ქაცვი	0	9,8	9,6	9,6
	50	7,53	7,41	7,28
	100	7,45	7,27	7,18
	150	7,36	7,15	7,15
სიმინდი	0	9,8	9,6	9,6
	50	7,63	7,42	7,27
	100	7,46	7,27	7,16
	150	7,33	7,13	7,10

ამდენად, ბიოკომპოზიციაში მათი დამატების შედეგად არეს pH უნდა შეცვლილიყო. როგორც ცხრილის მონაცემებიდან ჩანს, ეს ასეც მოხდა, დამარბილებლის დამატება ბიოკომპოზიციის pH -ის შემცირებას იწვევს, მაგრამ მხოლოდ სუსტ ტუტე არემდე. ამიტომ კვლევის მომდევნო ეტაპზე, ბიოკომპოზიციის ოპტიმალური შემადგენლობის განსაზღვრისას, სხვა ძირითად მახასიათებლებთან ერთად (სირბილე, სანიტარულ-ჰიგიენური და სამომხმარებლო თვისებები) უმნიშვნელოვანეს პარამეტრად ბიოკომპოზიციის pH -ის მნიშვნელობა იქნება.

ლიტერატურა

1. ბუაძე ე., ფაილოძე ნ., ბოჭორიშვილი რ., მადლაფერიძე ზ. დამარბილებლების გავლენა სამკურნალო საფენების თვისებებზე. საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „თანამედროვე ტექნოლოგიები და მასალები“, ქუთაისი, 2008, 230 გვ.
2. Буадзе Е.П., Пайлодзе Н., Саканделидзе Р. Изучение возможных взаимодействий мягчителя, биополимера и ткани при создании медицинских салфеток. // Научные новости Грузии, №2 2009, сс.24-28.
3. ფაილოძე ნ. ბოჭორიშვილი რ. სამკურნალო საფენის ხარისხის განმსაზღვრელი აუცილებელი პარამეტრების ოპტიმიზაცია. საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „თანამედროვე ტექნოლოგიები და მასალები“, ქუთაისი, 19-21 მაისი, 2008, 230 გვ.

SUMMARY

THE EFFECT OF MEDICAL TISSUES IMPREGNATED WITH SOFTENERS ON THE PROPERTIES OF THE BIOCOMPOSITION MEDIUM

Pailodze N.O. and Buadze E.P.

Akaki Tsereteli State University, Kutaisi

The paper deals with the effect of softeners on the properties of the biocomposition medium. As expected, the addition of softeners to the biocomposition changed the medium towards a decrease in the pH value till a weak alkaline medium. It was established that, when determining the optimal composition of the biocomposition, among main characteristics (softness, hygienic and consumer properties, etc.), the pH value of the medium is one of the most important parameters of the biocomposition.

Keywords: biocomposition, softeners, pH value, medical tissues.

OUR AUTORS (2015)

A

Abuladze N.B. - 2015, 2.
 Akhobadze Sh.A. - 2015, 2.
 Alelishvili M.V. - 2015, 1.
 Andriadze G.T. - 2015, 3.
 Apridonidze M.D. - 2015, 4(2).
 Aptsiauri A.Z. - 2015, 4(2).
 Arabidze G.O. - 2015, 2;3.
 Arabidze M.A. - 2015, 3.
 Arabidze Z.D. - 2015, 3.
 Archvadze G.V. - 2015, 2.
 Ardenadze M.D. - 2015, 2(2).
 Arkania Z.M. - 2015, 1.
 Asanidze A.B. - 2015, 2.
 Avaliani I.M. - 2015, 3; 4.
 Avalishvili Z.A. - 2015, 3.

B

Babayani R.R. - 2015, 2.
 Badzgaradze S.A. - 2015, 1.
 Baisarova G.G. - 2015, 3.
 Bakanidze Sh.T. - 2015, 4.
 Bakradze E.M. - 2015, 3.
 Baratashvili M.P. - 2015, 1.
 Begheluri G.T. - 2015, 2.
 Benashvili A.M. - 2015, 1.
 Benashvili G.A. - 2015, 1.
 Berdzenishvili I.G. - 2015, 2.
 Berikishvili Z.I. - 2015, 1.
 Berulava I.O. - 2015, 2(2).
 Beshkenadze I.A. - 2015, 2.
 Bezhuashvili Yu.A. - 2015, 1.
 Bosikashvili Z.V. - 2015, 2.
 Buadze E.P. - 2015, 2;4.
 Buishvili G.T. - 2015, 2(2);3.
 Burdiashvili R.G. - 2015, 4.
 Burjanadze V.O. - 2015, 4.
 Bzhalava T.N. - 2015, 1.

C

Chagelashvili A.A. - 2015, 2.
 Chakhaia G.G. - 2015, 4.
 Chanturia I.G. - 2015, 2.
 Chikhladze G.G. - 2015, 1;2.
 Chitrekashvili I.A. - 2015, 3.
 Chkhaidze E.T. - 2015, 4.
 Chkhartishvili N.N. - 2015, 3.
 Chkhikvadze L.A. - 2015, 1.
 Chkhubianishvili N.G. - 2015, 4.
 Chkuaseli L.M. - 2015, 4.
 Chulukhadze N.Ts. - 2015, 1.
 Chumbadze M.T. - 2015, 1.

D

Dadianidze G.A. - 2015, 1.
 Dalaqishvili T.O. - 2015, 1.
 Daraselia D.M. - 2015, 3.
 Darsavelidze G.Sh. - 2015, 3.
 Darjania M.B. - 2015, 4.
 Datukishvili G.A. - 2015, 2.
 Devadze L.V. - 2015, 2.
 Diakonidze R.V. - 2015, 4.
 Diogidze O.Sh. - 2015, 4.

Doborjginidze D.D. - 2015, 2.
 Dochviri B.M. - 2015, 4.
 Dolaberidze N.M. - 2015, 1.
 Dolidze S.V. - 2015, 4.
 Dvalishvili M.T. - 2015, 4.
 Dvalishvili M.(Mikheil)T. - 2015, 4.
 Dzdizishvili I.G. - 2015, 3.
 Dzigrashvili T.A. - 2015, 3.
 Dzeladze E.S. - 2015, 2.

E

Ebelashvili N.V. - 2015, 2;4.
 Eremeishvili M.G. - 2015, 2.

F

Francisco J. Perez Trujillo - 2015, 3.

G

Gafarov E.K. - 2015, 1.
 Gakhokidze R.A. - 2015, 2.
 Gamishidze Z.M. - 2015, 4.
 Gamtsemidze M.N. - 2015, 3.
 Gasitashvili Z.A. - 2015, 2.
 Gavardashvili G.M. - 2015, 4.
 Gavasheli T.A. - 2015, 3.
 Gegechkori T.O. - 2015, 3(2).
 Geliashvili Z.E. - 2015, 2;4.
 Gerasimov A.B. - 2015, 4.
 Goderdzishvili G.I. - 2015, 1.
 Gogaladze M.A. - 2015, 2.
 Goksadze I.B. - 2015, 4.
 Gorgadze K.M. - 2015, 4.
 Gorgidze D.A. - 2015, 4.
 Gurgenishvili M.B. - 2015, 3.
 Gvelesiani T.L. - 2015, 2.
 Gventsadze D.I. - 2015, 3.

J

Jakeli K.T., - 2015, 3.
 Japaridze D.L. - 2015, 3.
 Japaridze M.Sh. - 2015, 2, 4.
 Javakhadze G.S. - 2015, 4.
 Javakhishvili G.V. - 2015, 3.
 Javakhishvili M.L. - 2015, 4.
 Jhgenti M.I. - 2015, 1.
 Jijishvili V.E. - 2015, 4.
 Jikhvadze M.J. - 2015, 3.
 Jikhvashvili V.N. - 2015, 3.
 Jinjolia Sh. R. - 2015, 3(2).
 Joglidze N.Sh. - 2015, 1.
 Julakidze L.E. - 2015, 1(2); 4.
 Julukhidze A.G. - 2015, 1.

K

Kadagishvili L.G. - 2015, 1(2);2;3;4.
 Kaishauri T.V. - 2015, 1(3);4.
 Kakabadze G.G. - 2015, 1.
 Kakhiani M.R. - 2015, 4.
 Kakhishvili G.S. - 2015, 3;4.
 Kakhniashvili I.B. - 2015, 1.
 Kamkamidze I.Sh. - 2015, 1.
 Kamkamidze K.N. - 2015, 2.

Kanchaveli Sh.S. - 2015, 4(2).
 Kapanadze K.G. - 2015, 1.
 Karchava M.S. - 2015, 2(2).
 Katsarava R.D. - 2015, 1(2).
 Kavtaradze M. - 2015, 4.
 Kekelidze I.A. - 2015, 2;4.
 Kekenadze M.G. - 2015, 4.
 Kervalishvili G.P. - 2015, 2.
 Kevanishvili G.Sh. - 2015, 2.
 Khartishvili M.P. - 2015, 2; 4(2).
 Khomasuridze M.B. - 2015, 2;3;4.
 Khositashvili M.L. - 2015, 2(2).
 Khutsidze Ts.Z. - 2015, 2.
 Khutsishvili M.G. - 2015, 1.
 Khutsishvili S.A. - 2015, 2.
 Khvadagiani A.I. - 2015, 4.

Kikalishvili M.I. - 2015, 3.
 Kikvidze O.G. - 2015, 1;3.
 Kiladze M.T. - 2015, 1.
 Kipiani M.J. - 2015, 1.
 Klarjeshvili N.A. - 2015, 2.
 Kochladze Z.I. - 2015, 1(2);4.
 Koiava N.A. - 2015, 2.
 Kordzakhia I.I. - 2015, 4.
 Kotiashvili L.T. - 2015, 1.
 Kristesashvili L.V. - 2015, 4.
 Kublashvili N.G. - 2015, 1.
 Kuchava G.P. - 2015, 3.
 Kukava T.G. - 2015, 3.
 Kupatadze N.O. - 2015, 1.
 Kurashvili I.R. - 2015, 3.
 Kuridze M.V. - 2015, 3.
 Kuridze Sh.F. - 2015, 2.
 Kutelia E.R. - 2015, 3.
 Kutsiava N.A. - 2015, 1(2).
 Kvintradze V.I. - 2015, 1.
 Kvirikashvili S.G. - 2015, 1(2).

L

Lezhava G.G. - 2015, 1.
 Loladze N.T. - 2015, 3.
 Lomidze I.B. - 2015, 2.
 Lominadze T.N. - 2015, 4.
 Lomtadze Ts.G. - 2015, 1.
 Lomtadze Z.Sh. - 2015, 2.
 Lursmanashvili N.D. - 2015, 1.

M

Maisuradze J.P. - 2015, 2.
 Makasarashvili I.P. - 2015, 4.
 Makharadze A.I. - 2015, 1;4.
 Makhashvili K.A. - 2015, 1;4.
 Mamniashvili G.I. - 2015, 3(2).
 Mamulashvili G.G. - 2015, 3.
 Mandaria G.G. - 2015, 4.
 Margalitadze I.N. - 2015, 2.
 Matiashvili Sh.I. - 2015, 3.
 Mchedlidze K.G. - 2015, 3.
 Mchedlidze M.G. - 2015, 2.
 Mchedlishvili G.S. - 2015, 4.
 Mchedlishvili N.F. - 2015, 2.
 Meskhidze M.Z. - 2015, 3.

Metreveli A.B. - 2015, 4.
 Milnikov A.A. - 2015, 4.
 Mirdzveli N.A. - 2015, 1.
 Mkrtichian E.M. - 2015, 1.
 Molodinashvili Z.F. - 2015, 3(2).
 Morozov V.P. - 2015, 2.
 Mosia J.V. - 2015, 1.
 Mrevlishvili T.G. - 2015, 2.
 Mtvarelishvili G.M. - 2015, 4.

N

Nachkebia M.D. - 2015, 3.
 Nadareishvili M.M. - 2015, 3.
 Namgaladze D.P. - 2015, 2;4(2).
 Namicheishvili N.O. - 2015, 1.
 Namicheishvili O.M. - 2015, 1(2).
 Neparidze N.S. - 2015, 4.
 Neverov A.P. - 2015, 4.
 Nikolaishvili G.U. - 2015, 1.
 Nikolava O.I. - 2015, 1.
 Nizharadze M.O. - 2015, 1.

O

Okhanashvili M.Sh. - 2015, 4.
 Okrostsvardze Z.Sh. - 2015, 1.
 Oshakmashvili Ts.Z. - 2015, 2(2).
 Ospanova S.M. - 2015, 3;4.

P

Pailodze N.O. - 2015, 2(2);4.
 Pantskhava E.V. - 2015, 3.
 Papava G.Sh. - 2015, 3.
 Papava Sh.R. - 2015, 3.
 Petriashvili T.G. - 2015, 3.
 Pipia T.R. - 2015, 2.
 Pirveli I.Z. - 2015, 2.
 Pkhaladze I.E. - 2015, 2;3.
 Prangishvili A.I. - 2015, 1(3); 4.
 Prihod'ko S.Y. - 2015, 4.
 Pruidze E.G. - 2015, 2.

R

Ramsden J.J. - 2015, 3.
 Rodonaia I.D. - 2015, 4.
 Rukhadze Sh.Sh. - 2015, 4(2).
 Rukhadze T.A. - 2015, 3.

S

Sanikidze G.M. - 2015,4.
 Sepashvili N.O. - 2015, 2.
 Shalamberidze D.M. - 2015, 3.
 Shalamberidze M.Sh. - 2015, 3;4.
 Sharimanov Yu.G. - 2015, 3.
 Shatirishvili I.Sh. - 2015, 1.

T

Tabukashvili Z.S. - 2015, 3.
 Tevzadze D.M. - 2015, 3.
 Tkemaladze G.Sh. - 2015, 4.
 Tkemaladze N.T. - 2015, 3.
 Trapaidze I.T. - 2015, 1.
 Tsakadze S.J. - 2015, 3.
 Tserodze M.P. - 2015, 3.
 Tserodze Sh.P. - 2015, 3.
 Tsikhelashvili Z.I. - 2015, 2.
 Tsilosani T.A. - 2015, 1.
 Tsiramua S.G. - 2015, 4.
 Tsirekidze M.A. - 2015, 1.
 Tsitsishvili V.G. - 2015, 1.
 Tsitskishvili Z.A. - 2015, 4.
 Tsulukidze L.N. - 2015, 4.
 Tugushi D.S. - 2015, 1.

Turkia N.G. - 2015, 2.
 Tutberidze M.L. - 2015, 3.

U

Ugrekheldidze G.D. - 2015, 4.
 Urotadze S.L. - 2015, 2.
 Urushadze I.V. - 2015, 4.

V

Varazashvili Z.N. - 2015, 4.
 Vardiashvili R.O. - 2015, 2.
 Vardosanidze A.K. - 2015, 1.
 Vepkhiashvili N.G. - 2015, 4.
 Vepkhvadze M.T. - 2015, 4.
 Vezirishvili-Nozadze K.O. - 2015, 3.

Z

Zakenov S.T. - 2015, 1.
 Zambakhidze L.I. - 2015, 4.
 Zardiashvili D.G. - 2015, 3;4.
 Zedginidze T.I. - 2015, 3.
 Zhorzholiani N.B. - 2015, 2.
 Zivzivadze L.B. - 2015, 3.
 Zurabishvili Ts.I. - 2015, 2.