

Э Н Е Р Г И Я

Научно-технический журнал

4(72)/2014

Тбилиси

ზ.ბაჩიშვილი, ნ.სუბაძე, ი.პირველი. საქართველოს ენერგოსისტემის მდგრადი განვითარების სტრატეგიული დაგეგმვა მოდელის LEAR გამოყენებით. 5

M. KODUA, SH. GAGOSHIDZE. Calculation Method for Salinity Wedge Intruded into Bottom Spillway Structures. 16

I. SAGHINADZE, SH. GAGOSHIDZE, I. KADARIA. On the Environmental Hydro-Engineering Problems in the Black Sea Region of Poti and the Ways of their Solution. . . 20

Я. БИДЖАМОВ. Определение токов в демпферных обмотках гидрогенераторов. 25

მ.ზანცხავა, ქ.მჭედლიძე. ქვაბის დოლში წყლის დონეზე წნევის გავლენა და მისი რეგულირება. 28

ბ.ანანიასვილი. საავტომობილო ბუნებრივი გაზი: საქართველო და მსოფლიო. 31

ბ.ანანიასვილი. საავტომობილო ბუნებრივი გაზის ბალონები: განვითარების ისტორია, კლასიფიკაცია და სამომავლო პერსპექტივები. 37

ბ.კოსრიძე, ზ.რუსთაველი, შ.შხაბაძე, ზ.აკაკიძე, ე.ტიტუნასვილი. ქარის ელექტროენერგეტიკული დანადგარების ერთიანი გარდამქმნელი სისტემა და მუშაობის რეჟიმების დადგენა. 41

ლ.აკაკავა, ლ.გუგუშასვილი, ბ.პირველი, ე.სადაღასვილი, ბ.გუგუშასვილი. სფერული სარტყელის ნაწილის ფორმის მქონე მზის კოლექტორი. 45

დ.დათასვილი, ა.კოსტასვილი, მ.რუსთაძე. მცირე ჰესების აგების სისტემების შედარებითი ანალიზი. 50

ი.ლომიძე, ბ.ხელიძე, ზ.ჩუბინიძე, ა.ქანთარია. ჰიდროაბრაზიული ცვეთის გამოკვლევა ფრენისის ჰიდროტურბინებში. 54

დ.კოსრიძე, ბ.ხარაშვილი, ნ.პირველიძე. ასინქრონული ტიპის ვენტილური ძრავას განტოლებები ცვლადთა მყისი მნიშვნელობებისათვის. . . 59

ლ.თევდორასვილი. ელექტროდანადგარების თბოვიზორული დიაგნოსტიკა. 63

ბ.კოსრიძე, მ.გაბრასვილი, შ.შხაბაძე, ე.ტიტუნასვილი. სამფაზა ერთბოგირა მართვად გამმართველებში ელექტრომაგნიტური გარდამავალი პროცესების მათემატიკური და კომპიუტერული მოდელირება. 66

ს.სულაძე, ნ.გაღლაძე, ზ.კვინიკაძე, ლ.კვინიკაძე. კაპილარულ-მილიანი სამაცივრო სისტემის გადაყვანა ოზონდამშლელი მაცივარაგენტიდან ბუნებრივ ალტერნატივებზე. 71

თ.ფიფია. გრძივი ასიმეტრიის გაანგარიშების მეთოდები. 76

ი.პასტანავაძე. ტრანსფორმატორის დაქვევებული ზეთის რეგენერაცია. . . . 81

ვ.ჯაგარჯასვილი, ნ.ნასყიდასვილი. შავი ზღვის სიღრმული წყლის ბიოქიმიური ანალიზის შედეგები. 85

ქ.მეზრიასვილი-ნოზაძე, ლ.აკაკავა, მ.რაზმაძე ნ.კეშერაძე. თბური ტუმბოები-საქართველოს შავი ზღვისპირა რეკრეაციული ზონის გაჯანსაღების სამსახურში. 86

<i>ზ.გუბელიძე, ვ.ღვალისვილი, ო.ვიორბიშვილი, თ.ნინიძე.</i> ექსპერიმენტის დაგეგმვის საფუძვლები.	90
<i>მ.გუდიაშვილი, ს.ლომიძე.</i> ინვესტიციური გადაწყვეტილების მიღება ენერგეტიკაში ფაზი-ლოგიკის გამოყენებით.	98
<i>მ.ლორთქიფანიძე, თ.ჯოჯუა.</i> მშრალი და ტენიანი თაბაშირის ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლების კვლევა.	102
<i>ი.ჩოლოყაშვილი.</i> მოსაზრება ენერგოდამზოგავ და გარემოსდამცავ საშუალებათა პოპულარიზაციისა და რეალიზების ინტენსიური ზრდისათვის.	106
პროფესორ რეზო ლორთქიფანიძეს ბახსმება.	107
პროფესორ გურამ ჩიტაშვილის ხსოვნას.	110
ანოტაციები.	111
SUMMARIES	116
РЕФЕРАТЫ.	120
სტატიების შემოტანის წესები.	124

СТРАТЕГИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СЕКТОРА ГРУЗИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ LEAP МОДЕЛИ. *З.Гачечиладзе, Н.Сумбадзе, И.Пирвели.* "Энергия". №4(72). 2014. Тбилиси. с. 5-15. груз. реф. груз. англ. рус.

Исследованы варианты устойчивого развития энергетического сектора Грузии, в частности повышение энергосбережения, использование возобновляемых источников энергии и потенциала энергоэффективности. В настоящее время 2/3 энергетических потребностей Грузии удовлетворяются импортными энергоресурсами, которые негативно влияют на сальдо счета текущих балансов, энергетическую безопасность и политическую стабильность. В то же время замена импортной энергии отечественными ресурсами ограничена и во многих случаях невозможна без аномального экологического ущерба. Устойчивое энергетическое развитие особенно важно для развивающихся стран, таких, например, как Грузия. К сожалению, для Грузии эта тема до сих пор не исследована.

Описываются политика и альтернативы стратегии устойчивого развития энергетики Грузии, полученные с помощью компьютерного программного обеспечения LEAP (долгосрочная Система планирования альтернативных источников энергии). Были разработаны три сценария моделирования энергетического сектора Грузии: основной сценарий, сценарий возобновляемых источников энергии и сценарий энергоэффективности. Грузия богата гидроресурсами, поэтому важно проводить политику успешного и эффективного использования этих ресурсов, что обеспечит сокращение их импорта и достигает целей, установленных в сценарии использования возобновляемых источников энергии. Илл. 6, табл. 7, лит. 13 назв.

МЕТОД РАСЧЕТА ВТОРЖЕНИЯ ГАЛОКЛИНА В ГЛУБИННЫЙ МОРСКОЙ ВОДОВЫПУСК. *М.Кодуа, Ш.Гагошидзе.* "Энергия". №4(72). 2014. Тбилиси. с. 16-19. англ. реф. груз. англ. рус.

Рассматривается вторжение морской воды в глубинный канализационный водовыпуск. Установлены критериальные условия и максимальные габариты вторжения галоклина в зависимости от уклона дна моря. Показано, что пропускная способность водовыпуска должна быть рассчитана с учетом стояния галоклина в водовыпуске. Илл. 1, лит. 3 назв.

О ГИДРОИНЖЕНЕРНЫХ ПРОБЛЕМАХ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ПРИЧЕРНОМОРСКОМ РЕГИОНЕ Г. ПОТИ И ПУТЯХ ИХ РЕШЕНИЯ. *И.Сагинадзе, Ш.Гагошидзе, Ю.Кадария.* "Энергия". №4(72). 2014. Тбилиси. с. 20-24. англ. реф. груз. англ. рус.

В историческом ракурсе описывается перечень проблем, связанных с гидротехническим строительством и защитой окружающей среды в регионе г. Поти Черноморского побережья Грузии. Для выработки проектов по восстановлению размывтого побережья города и предотвращению заиления наносами входного канала порта предлагается проведение обширных натурных наблюдений и выполнение теоретических разработок, основанных на применении прямых, асимптотических и численных методов прикладной математики, которые позволяют с высокой точностью описать волновые движения, процессы перемещения наносов и деформации морского побережья в регионе г.Поти. Илл. 6.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОКОВ В ДЕМПФЕРНЫХ ОБМОТКАХ ГИДРОГЕНЕРАТОРОВ. *Я.Биджамов.* "Энергия". №4(72). 2014. Тбилиси. с. 25-27. рус. реф. груз. англ. рус.

Рассмотрены вопросы определения токов в стержнях демпферных обмоток гидрогенераторов *от различных несинхронных магнитодвижущих сил.* Показана важность их точного определения для различных режимов работы генераторов. Приведены способ и необходимое оснащение для экспериментального определения токов в демпферной обмотке эксплуатируемых гидрогенераторов. Илл. 2, лит. 6 назв.

ВЛИЯНИЕ ДАВЛЕНИЯ НА УРОВЕНЬ ВОДЫ В БАРАБАНЕ КОТЛА И ЕГО РЕГУЛИРОВАНИЕ. *Е.Паничава, К.Мчедлидзе.* "Энергия". №4(72). 2014. Тбилиси. с. 28-30. груз. реф. груз. англ. рус.

Безопасная и надежная работа котла требует поддержания в определенных границах уровня воды в барабане котла. Уровень воды в барабане котла зависит от изменения нескольких факторов: нагрузки пара, питательной воды в котле, тепловой нагрузки жаровни, давления в барабане.

На основе расчета в каждом конкретном случае показан характер изменения давления в барабане в условиях различной теплотворности топлива. Режим работы барабана динамичен, что вызвано изменением теплотворности топлива (с -1,3% до +1,3%).

При работе котла в статическом режиме теплотворность топлива составляет 37100 кДж/ м³, а

абсолютное рабочее давление 9 бар.

В переходном режиме изменение давления в барабане котла более важно, если это вызвано изменением теплотворности топлива, нежели изменением температуры питательной воды. Илл. 2, лит. 2 назв.

АВТОМОБИЛЬНЫЙ ПРИРОДНЫЙ ГАЗ: ГРУЗИЯ И МИР. *Г.Ананиашвили.* "Энергия". №4(72). 2014. Тбилиси. с. 31-36. груз. реф. груз. англ. рус.

Показаны экологические и экономические аспекты применения природного газа как моторного топлива, мировые тенденции метанизации транспорта, перспективы и нынешнее положение в Грузии. Рассмотрена необходимость проведения на автозаправочных станциях маркетинговых комплексов со стороны нефтяных компаний. Приведены статистика безопасности газомоторного топлива, примеры неправильной эксплуатации газобаллонной аппаратуры и необходимость со стороны государства создания и задействования правовых нормативных актов по поводу перевода транспорта на газ. Лит. 22 назв.

АВТОМОБИЛЬНЫЕ ГАЗОВЫЕ БАЛЛОНЫ ДЛЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА: ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ, КЛАССИФИКАЦИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ НА БУДУЩЕЕ. *Г. Ананиашвили.* "Энергия". №4(72). 2014. Тбилиси. с. 37-40. груз. реф. груз. англ. рус.

Рассмотрена история развития производства автомобильных газовых баллонов, их классификация и несколько испытательных тестов, которые производители используют для установления соответствия баллонов техническим стандартам. Коротко рассмотрена перспективность использования адсорбированного метана. Приведены количественные данные газобаллонных автомобилей автопарка Грузии, полученные методом исследования. Статья предназначена для работающих в сфере автомобильной газификации и автомобильных предприятий, а также для индивидуальных автовладельцев. Выражаю благодарность за деловую помощь и поддержку академику Академии энергетики Грузии господину Евтихию Мачавариани. Лит. 6 назв.

УСТАНОВЛЕНИЕ РЕЖИМА РАБОТЫ И ЕДИНОЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК. *Г.Кохеридзе, З.Рехвиашвили, Ш.Пхакадзе, З.Панидзе, Э.Тетунашвили.* "Энергия". №4(72). 2014. Тбилиси. с. 41-44. груз. реф. груз. англ. рус.

Рассмотрена единая работа ветроэлектростанции и трехфазного переменного тока. Показано параллельное присоединение ветроэлектростанции на выходе трехфазного преобразователя напряжения постоянного тока и управления импульсами трехфазного инвертора, коммутационных функций и закономерность зависимости от времени напряжений трехфазной сети. Установлено для одного полного цикла 12 единичных последовательных режимов при условии одновременной работы трехфазной сети переменного тока ветроэлектростанций. Илл. 1, лит. 2 назв.

СОЛНЕЧНЫЙ КОЛЛЕКТОР ФОРМЫ ЧАСТИ ШАРОВОГО ПОЯСА. *Л.Папана, Л.Гугулашвили, В.Гвачлиани, Э.Садагашвили, Г.Гугулашвили.* "Энергия". №4(72). 2014. Тбилиси. с.45-49. груз. реф. груз. англ. рус.

Рассмотрено значение солнечных коллекторов в бытовом и промышленном энергоснабжении. Показано, что для улучшения работы солнечных коллекторов необходимо создать конструктивно новые, более эффективные устройства. Предложена новая конструкция солнечного коллектора, которая имеет форму части сферического пояса. За счет конструктивных особенностей и ориентации на местности новый коллектор обеспечивает максимальное использование солнечного излучения в любое время дня или года. Илл. 4, лит. 5 назв.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ ВОЗБУЖДЕНИЯ МАЛЫХ ГЭС. *Д.Даташвили, А.Кохташвили, М.Рухвадзе.* "Энергия". №4(72). 2014. Тбилиси. с. 50-53. груз. реф. груз. англ. рус.

Дан сравнительный анализ влияния различных систем возбуждения на динамическую устойчивость генераторов. Проведено моделирование различных аварийных ситуаций. По программе PSS/E сопоставлены электромашинная система возбуждения со схемой простого самовозбуждения и со схемой самовозбуждения с компаундированием. Показана наиболее пригодная система возбуждения для малых ГЭС. Илл. 7, лит. 1 назв.

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОАБРАЗИВНОГО ИЗНОСА ГИДРОТУРБИН ФРЕНСИСА *Ю.Ломидзе, Г. Хелидзе, З. Чубинидзе, А. Кантария.* "Энергия". №4(72). 2014. Тбилиси. с. 54-58. груз. реф. груз. англ. рус.

Исследован износ проточной части горизонтальной гидротурбины Френсиса Рача ГЭС, построенной на реке Рицеула. На основе визуального осмотра и инструментальных измерений, а

также материалов лабораторных исследований гранулометрического и минералогического составов твердых частиц в воде и изучения твердости металла проточной части гидротурбины установлено, что рабочее колесо подверглось незначительному, а передняя и задняя крышки гидротурбины и лопадки направляющего аппарата - весьма значительному гидроабразивному износу. Для направляющего аппарата проведено количественное определение межремонтного периода T (менее 0,5 лет) с учётом концентрации твердых частиц в воде, их формы, крупности, твердости и скорости течения воды в гидротурбине, что соответствует фактическому сроку ремонта гидротурбин. Фото 4, лит. 7 назв.

УРАВНЕНИЯ ВЕНТИЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ АСИНХРОННОГО ТИПА ПО МГНОВЕННЫМ ЗНАЧЕНИЯМ ПЕРЕМЕННЫХ. *Д.Кохреидзе, Г.Харшиладзе, Н.Кереселидзе.* "Энергия". №4(72). 2014. Тбилиси. с. 59-62. груз. реф. груз. англ. рус.

Выведены комплексные уравнения переходных процессов вентильного двигателя с трёхфазной обмоткой возбуждения на роторе по мгновенным значениям переменных. Полученные уравнения являются общими для переходных и установившихся режимов. Матрица обратного преобразования позволяет определить мгновенные значения реальных токов. Приведены соответствующие выражения. Лит. 1 назв.

ТЕПЛОВИЗОРНАЯ ДИАГНОСТИКА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ. *Л.Тевдорашвили.* "Энергия". №4(72). 2014. Тбилиси. с. 63-65. груз. реф. груз. англ. рус.

Рассмотрены принципы работы тепловизоров и методы распределения теплового поля, точность измерения температуры и те препятствующие внешние факторы, которые искажают реальную картину распределения температуры на поверхности тела.

Описаны методы выявления дефектов в энергетическом устройстве с применением тепловизоров и преимущество тепловизорной диагностики по сравнению с другими методами. Илл. 1, лит. 4 назв.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ ТРЕХФАЗНЫХ ОДНОМОСТОВЫХ УПРАВЛЯЕМЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ. *Г.Кохреидзе, М.Габрашвили, Ш.Пхакадзе, Э.Тетунашвили.* "Энергия". №4(72). 2014. Тбилиси. с. 66-70. груз. реф. груз. англ. рус.

Рассмотрены вопросы теории математического компьютерного моделирования электромагнитных переходных процессов однофазных полуволновых управляемых преобразователей. Моделирование производится на базе разработки комплексных и спектрально-оперативных переходных процессов. Илл. 1, лит. 2 назв.

ПЕРЕВОД ХОЛОДИЛЬНОЙ СИСТЕМЫ С КАПИЛЛЯРНОЙ ТРУБКОЙ С ОЗОНОРАЗРУШАЮЩИМ ХЛАДАГЕНТОМ НА ПРИРОДНЫЕ АЛЬТЕРНАТИВЫ. *С.Суладзе, Н.Маглакелидзе, З.Квиникадзе, Л.Квиникадзе.* "Энергия". №4(72). 2014. Тбилиси. с. 71-75. груз. реф. груз. англ. рус.

Изучена возможность перевода холодильной системы, имеющей капиллярную трубку с озоноразрушающим хладагентом, на углеводороды посредством ретрофита. В рамках исследования разработана и экспериментально апробирована компьютерная программа, которая дает возможность прогнозировать параметры рабочего режима холодильной системы, переведенной на альтернативный хладагент, и выбрать капиллярную трубку с оптимальными геометрическими характеристиками. Показано, что при переводе на углеводороды необходимо увеличить длину капиллярной трубки системы. Илл.1, табл. 1, лит. 5 назв.

МЕТОДЫ РАСЧЕТА ПРОДОЛЬНОЙ АСИММЕТРИИ. *Т.Липия.* "Энергия". №4(72). 2014. Тбилиси. с. 76-80. груз. реф. груз. англ. рус.

В электрических сетях асимметрический режим вызван различными причинами, но если он выходит за допустимое значение, то надо либо ликвидировать причину асимметрии, либо уменьшить ее значение до допустимого. Поэтому проводят предварительные вычисления, что невозможно осуществить принятым методом, основанным на создании прямой, обратной и нулевой последовательности схем комплексного заменителя однолинейной схемы. В частности, для каждого случая надо преобразовать схемы (пересчитать), что не позволяет создать обобщенную математическую модель. В новом методе для каждой последовательности создается одна схема, которая не преобразуется в зависимости от точки аварии. Это позволяет создать обобщенный математический алгоритм, который является ее преимуществом. Илл. 3, лит. 3 назв.

РЕГЕНЕРАЦИЯ ОТРАБОТАННОГО ТРАНСФОРМАТОРНОГО МАСЛА. *И.Вахтангадзе.* "Энергия". №4(72). 2014. Тбилиси. с. 81-84. груз. реф. груз. англ. рус.

Рассмотрено назначение трансформаторного масла на высоковольтных оборудованных, его эксплуатационные условия и процесс старения под влиянием эксплуатационных факторов. Описаны продукты старения трансформаторного масла, их свойства и причины ухудшения его характеристик, вызванные продуктами старения. Описаны методы регенерации устаревшего трансформаторного масла и его регенерации с помощью различных видов искусственных и естественных адсорбентов.

В будущем предусмотрен лабораторный анализ результатов использования глины гумбина в целях восстановления отработанного трансформаторного масла. Илл.1, лит. 5 назв.

БИОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ГЛУБИННОЙ ВОДЫ ЧЕРНОГО МОРЯ. *В.Джамарджашвили, Н.Наскидашвили.* "Энергия". №4(72). 2014. Тбилиси. с. 85. груз. реф. груз. англ. рус.

Для обеспечения надежного функционирования систем теплохладоснабжения объектов Причерноморья на основе использования в качестве источника тепла для тепловых насосов и одновременно в качестве источника холода глубинной морской воды необходимо располагать данными биохимического анализа глубинной воды. В работе приведены результаты проведенных нами экспериментальных исследований. Лит. 5 назв.

ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ НА СЛУЖБЕ ОЗДОРОВЛЕНИЯ ГРУЗИНСКОЙ РЕКРЕАЦИОННОЙ ЗОНЫ. *К. Везирицвили-Нозадзе, Л.Папава, М.Размадзе, Н.Кежерадзе.* "Энергия". №4(72). 2014. Тбилиси. с. 86-89. груз. реф. груз. англ. рус.

Рассматривается применение тепловых насосов для тепло- хладоснабжения жилых и общественных зданий, а также гостиниц Черноморского побережья Грузии с использованием тепла морской воды, что будет способствовать продлению туристического сезона и охране окружающей среды.

Для осуществления летнего кондиционирования воздуха наиболее целесообразным методом тепло- хладоснабжения зданий, расположенных вблизи берега Черного моря, является применение теплонасосных установок, использующих тепло морской воды.

Тепло- хладоснабжение с помощью теплонасосной установки является более экономичным по сравнению с таковым от другого источника тепла и хладоснабжения от холодильной установки. Одновременно вариант теплонасосной установки предохраняет воздух от загрязнения, что очень важно для курортной зоны. Илл. 1, лит. 4 назв.

ОСНОВЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА. *З.Губелидзе, В.Двалишвили, О.Гиоргишвили, Т.Нинидзе.* "Энергия". №4(72). 2014. Тбилиси. с. 90-97. груз. реф. груз. англ. рус.

Рассматриваются вопросы планирования экспериментальных работ по исследованию физико-механических свойств материалов: построение математической модели аппроксимаций исследуемого явления; обоснованный подбор средств измерения; определение уровня допустимых погрешностей; выбор способа обработки опытных данных; проверка значимости оценок; проверка адекватности полученных уравнений регрессии исходной математической модели. Илл. 2, табл. 3, лит. 3 назв.

ПРИНЯТИЕ ИНВЕСТИЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ В ЭНЕРГЕТИКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФАЗ-ЛОГИКИ. *М.Гудиашвили, С.Ломидзе.* "Энергия". №4(72). 2014. Тбилиси. с. 98-101. груз. реф. груз. англ. рус.

Рассмотрены принятые инвестиционные решения в энергетике при выборе новых электростанций с использованием фаз-логики. Определены технико-экономические параметры для каждого типа электростанций и с помощью компьютерной программы оценены средние значения их критериев, что будет способствовать принятию конечных решений. Илл. 6, лит. 3 назв.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СУХОГО И ВЛАЖНОГО ГИПСА. *М.Лордкипанидзе, Т.Джоджуа.* "Энергия". №4(72). 2014. Тбилиси. с. 102-105. груз. реф. груз. англ. рус.

Исходя из адсорбционной теории твердых тел, ползучесть твердых тел имеет обратимый характер и вызвана действием поверхностно-активных веществ в их микротрещинах.

Для проверки указанных положений нами были проведены эксперименты на сжатие и растяжение сухого и влажного гипса. Анализ полученных данных показал, что ползучесть увлажненного гипса хорошо аппроксимируется уравнением с двумя периодами релаксации, где I период определяется начальным этапом развития докритических трещин-микрощелей. Так как гипсовый камень обладает открытой пористостью, начальный рост микротрещин происходит довольно быстро, поскольку транспортный путь доставки молекул воды к вершинам трещин достаточно короткий. В дальнейшем процесс замедляется (II период релаксации), так как воде приходится проходить по узким каналам между стенками растущей трещины. Илл. 3, лит. 2 назв.