

ВЕСТНИК



*Кыргызско-Российского
Славянского университета*



*О науке или философский
Темный, философский дух,
и вымысл, философский дух,
и вымысл, философский дух,
и вымысл, философский дух*

Дмитрий Мухоморов

2008

Том 8, № 10

В Е С Т Н И К
КЫРГЫЗСКО-РОССИЙСКОГО
СЛАВЯНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

КЫРГЫЗ РОССИЯ СЛАВЯН
УНИВЕРСИТЕТИНИН
К А Б А Р Ч Ы С Ы

Ежемесячный научный журнал

Учредитель:

Кыргызско-Российский
Славянский университет

Журнал зарегистрирован
Министерством юстиции
Кыргызской Республики.
Свидетельство о регистрации
№437 от 16 февраля 2001 г.

Адрес редакции:

720000, Кыргызская Республика,
г. Бишкек, ул. Киевская, 44

тел.: 66 25 67, 43 29 08
факс: (996.312) 43 11 69, 43 11 71
E-mail: vestnik@krsu.edu.kg

Главный редактор

В. И. Нифадьев

Заместители главного редактора:

К. И. Исаков,
В. М. Лелевкин (отв. за выпуск)

Члены редколлегии:

В. К. Гайдамако, А. Г. Зарифьян,
В. П. Живоглядов, В. А. Коваленко,
Р. М. Муксинов, А. О. Орусбаев,
В. М. Плоских, Ю. Д. Суродин,
Л. Ч. Сыдыкова, Л. В. Тарасова,
С. Ф. Усманов, В. А. Юриков,
Л. М. Стрельникова
(ответственный секретарь)

В подготовке номера
принимал участие
К. А. Биялиев (перевод на кырг. яз.)

Журнал основан в 2001 году



ФИЗИКА

Выпуск 10

© КРСУ, 2008 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
----------------	---

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

<i>О.П. Жидков.</i> Гравитационные эффекты во Вселенной с нулевой полной энергией	7
<i>В.Н. Фоломеев.</i> Темная энергия: конформная аномалия и вторая вязкость	12
<i>Э.Б. Кулумбаев, В.М. Лелевкин.</i> Нагрев столба воды в круглом волноводе	15
<i>В.В. Попов, Д.А. Летник.</i> Заряд проводящих частиц, испускающих моноэнергетические электроны	21
<i>В.Д. Брагин, И.А. Голяницкий.</i> К проблемам отражений электромагнитных волн от многослойных сред	27
<i>С.К. Кыдыралиев, А.Б. Урдалетова.</i> Модель Самуэльсона в примерах	34

КЕРАМИКА И КРИСТАЛЛОФИЗИКА

<i>М.М. Кидибаев, Г.С. Денисов, Т.С. Королева, К. Шаршеев.</i> Развитие кристаллофизики в Кыргызстане	39
<i>М.М. Кидибаев.</i> ВУФ-спектроскопия объемных и волоконных кристаллов фторида натрия	45
<i>В.И. Макаров, А.А. Кутанов, К.В. Макаров.</i> Структурные преобразования в пленках аморфного кремния под действием когерентного лазерного облучения	51
<i>П.В. Козлов.</i> Моделирование микроволнового нагрева керамической пластины с учетом теплового излучения с поверхности	55
<i>В.Ю. Губин.</i> Расчет стационарных тепловых состояний керамического образца в прямоугольном резонаторе	60
<i>К.Т. Тажиббаев.</i> Метод определения остаточных напряжений и их тензора в твердых материалах	66
<i>К.Т. Тажиббаев, М.С. Акматалиева, Д.К. Тажиббаев.</i> Результаты исследования остаточных напряжений в твердых материалах поляризованными ультразвуковыми волнами	71
<i>В.М. Лелевкин, П.В. Козлов.</i> Моделирование нагрева керамической трубы в микроволновой печи	81

ФИЗИКА ГАЗОВОГО РАЗРЯДА

<i>Т.Б. Никуличева.</i> Движение и нагрев дисперсных частиц в двухструйной электрической дуге	90
<i>С.В. Автаева, А.В. Скорняков, В.С. Календарев.</i> Моделирование характеристик барьерного разряда в рамках электротехнической модели	98

УДК 622.831.32; 624.131.543 (575.2) (04)

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ
ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В ТВЕРДЫХ МАТЕРИАЛАХ
ПОЛЯРИЗОВАННЫМИ УЛЬТРАЗВУКОВЫМИ ВОЛНАМИ**

К.Т. Тажибаев – докт. техн. наук,
М.С. Акматалиева – научн. сотрудник,
Д.К. Тажибаев – научн. сотрудник

The results of determination of residual stresses in hard materials by new ultrasonic method basing on use of polarized cross waves are presented. The conformity of these results with results of well-known methods is performed.

Переход горной породы в анизотропное состояние часто происходит под действием палеонапряжений и деформаций в процессе структурно-метаморфической эволюции метаморфических комплексов. Поэтому сравнительный анализ величин констант упругости, коэффициентов анизотропии и акустических данных позволяет получить сведения о напряженном состоянии пород, которое имело место на самом начальном этапе действия палеонапряжений [1].

Самым наглядным и достаточно точным методом для изучения остаточных напряжений в оптически активных материалах является метод фотоупругости. В связи с этим нами для исследований, наряду с ультразвуковым методом, привлекался и метод фотоупругости.

Экспериментальными исследованиями, проведенными нами в разных твердых материалах, установлено [2], что изменение величины нормального напряжения пропорционально изменению величины разности времени прохождения ортогонально поляризованных поперечных волн, т.е. $T_{\Delta S} = T_{BC} - T_{BP}$, где T_{BC} , T_{BP} – время прохождения скрещенной и параллельной поляризованной поперечной ультразвуковой

волны через заданную базу твердого тела. Исходя из этого, была получена следующая формула [4]:

$$\sigma_{xy} = \frac{2 T_{\Delta S} T_P \mu K}{T_{BP} T_S} \quad (1)$$

Значение коэффициента напряженности K определяется на основе прозвучивания или механических испытаний образцов, так как данный коэффициент зависит от свойств упругости материала. При прозвучивании с использованием поляризованных поперечных волн время прохождения поперечной ультразвуковой волны – T_S определяется как среднее значение:

$$T_S = \frac{T_{BP} + T_{BC}}{2} \quad (2)$$

На основе экспериментальных исследований остаточных напряжений в образцах, изготовленных из эпоксидной смолы ЭД-6 и горных пород Кумторского месторождения, было

установлено, что $K = \frac{E\mu^2}{2}$.

С учетом этого из уравнения (1) было получено [4]:

$$\sigma_{xy} = \frac{T_{\Delta S} T_P}{T_{BP} T_S} E\mu^3 \quad (3)$$

где T_p – время прохождения продольной ультразвуковой волны; E – модуль упругости; μ – коэффициент Пуассона; $\sigma_{\text{ЛТ}}$ – среднее нормальное напряжение (среднего сечения) для заданной базы по перпендикулярной к направлению прозвучивания (Z) плоскости (XY). Следует отметить, что знак остаточных напряжений (растягивающий – положительный, сжимающий – отрицательный, как это принято в классической механике) определяется в соответствии со знаком величины $T_{\Delta S}$.

При прозвучивании поляризованной поперечной волной модельных образцов (ЭД-6) и образцов горных пород путем поворота излучателя и приемника, нами устанавливались положения вектора поляризации и измерялось время $T_{(свт)}$, $T_{(вс)}$, определялась их разность $T_{\Delta S}$, а также скорости прохождения поляризованной поперечной волны для параллельного $V_s(p)$ и скрещенного $V_s(c)$ состояния преобразователей. При этом для каждой стороны АВ(1); ВС(11); СД(111); ДА(1V) поперечного сечения призмы (образца ЭД-6) размером $5 \times 5 \times 10$ см проводились измерения времени прохождения поляризованной поперечной волны, через каждый 30° путем поворота преобразователя ультразвуковой волны начиная от 0° до 360° по часовой стрелке. Отсчет при 0°

соответствует параллельному положению к рассматриваемой стороне, например, – АВ (1).

Результаты определения остаточных напряжений по предложенной формуле (3), в модельных образцах (ЭД-6), не имеющих и имеющих остаточные напряжения, а также в образцах горных пород месторождений Кумтор и Ингичке приведены на рис. 1, 3, 4, 6, 8, 10, 12–15. На рис. 2, 5, 7, 9, 11 представлены картины распределения остаточных напряжений в фотоупругих образцах (эпоксидная смола-ЭД-6), зафиксированных в поляризованном свете с помощью поляризованных.

Результаты исследований свидетельствуют о том, что при отсутствии остаточных напряжений разность времени прохождения ортогональных поляризованных поперечных волн повсюду равна нулю и в соответствии с формулой (3) остаточные напряжения также равны нулю (рис. 1). Это согласуется с данными метода фотоупругости (на рис. 2 с помощью поляризованного света показано, что в данном образце остаточные напряжения полностью выведены, то есть отсутствуют).

Результаты, представленные на рис. 3, свидетельствуют о том, что в образце мраморизованного известняка остаточные напряжения незначительны, что согласуется с результатами ранее выполненных определений остаточных напряжений методом разгрузки [4].

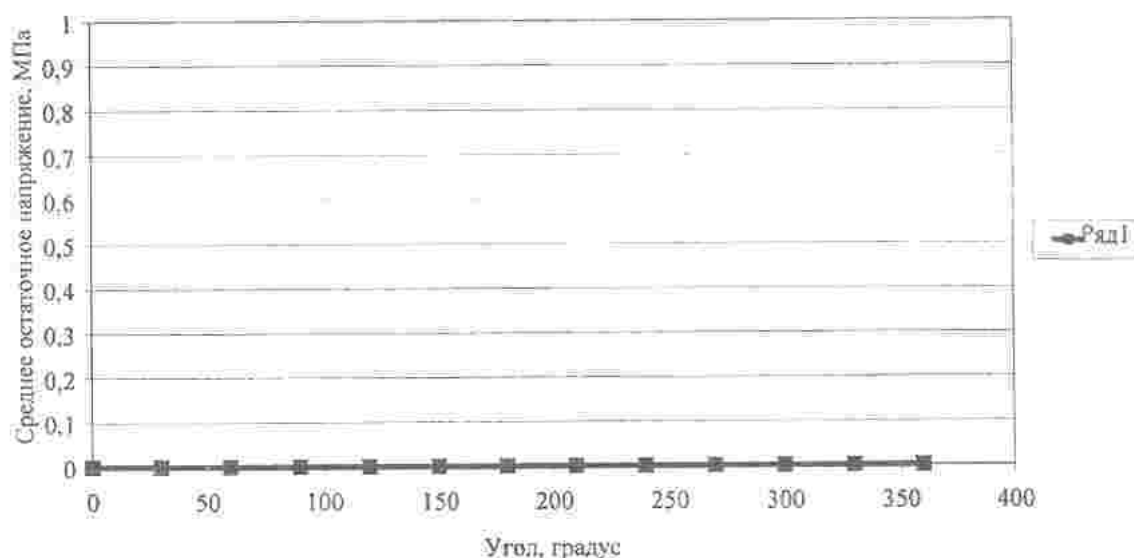


Рис. 1. График модельного образца 5 (ЭД6) без остаточных напряжений.



Рис. 2. Образец №5 (призма) без остаточных напряжений после пластической деформации (бочкообразование).

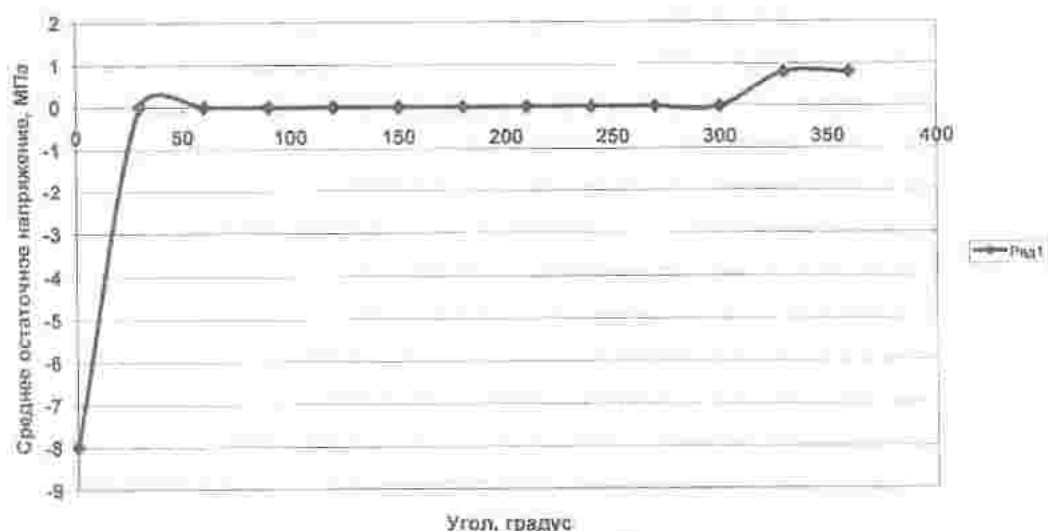


Рис. 3. График остаточны напряжений образца 3 мраморизованного известняка (Ингичке, диаметр 60 мм, диаметр 89 мм)

График зависимости остаточных напряжений (рис. 4) свидетельствует о наличии как сжимающих, так и растягивающих остаточных напряжений, а также их взаимной перпендикулярности. Следует отметить линейный характер изменения остаточных напряжений, который согласуется с данными фотоупругости. Действительно, при повороте образца на 90° картина напряжения изменяется радикально (см. рис. 5 и 7, где сторона АВ перпендикулярна стороне ВС). Остаточные напряжения (рис. 5) оказались как бы поляризованными по плоскостям, параллельным плоскости АВ, что подтверждается также на рис. 9 и 11.

В горных породах Кумторского месторождения имеются неоднородные и значитель-

ные остаточные напряжения (рис. 12–15). Круговые диаграммы остаточных напряжений (рис. 13, 15) свидетельствуют о возможности определения главных нормальных напряжений в плоскости и их компонент (тензора) по предложенному нами неразрушающему методу [4]. Главные нормальные напряжения в ориентированно отобранном образце филлит-хлорит-серпичитовой горной породы, ориентированы по направлению азимута 10° и 100° (рис. 12, 13). По азимуту 100° , т.е. почти в субширотном направлении имеются значительные растягивающие остаточные напряжения, что согласуется с фактами образования вертикальных трещин на бортах карьера рудника Кумтор.

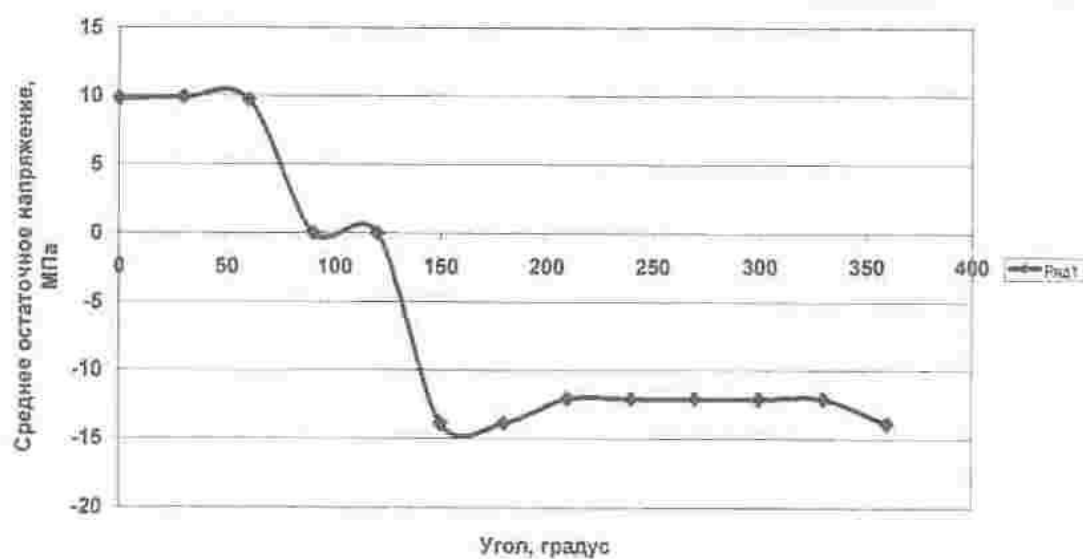


Рис. 4. График остаточных напряжений образца 9 (ЭД6) с генетическими остаточными напряжениями, сторона АВ.



Рис. 5. Образец №9 с плоскополяризованным остаточным напряжением (параллельная к плоскости поляризации сторона – АВ).

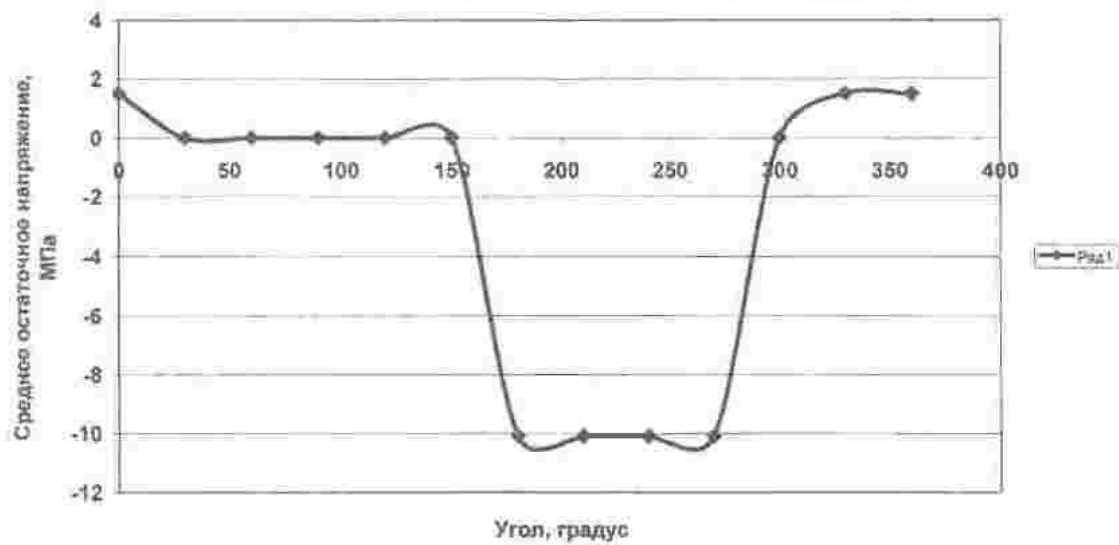


Рис. 6. График остаточных напряжений образца 9 (ЭД6) с гевитическими остаточными напряжениями, сторона ВС.

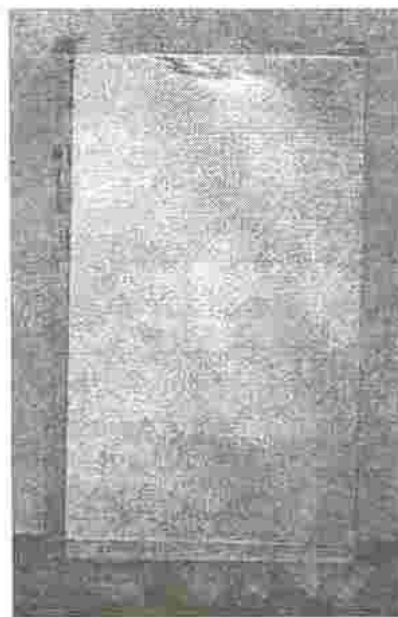


Рис. 7. Образец №9 с плоскополяризованным остаточным напряжением (перпендикулярная к плоскости поляризации сторона ВС).

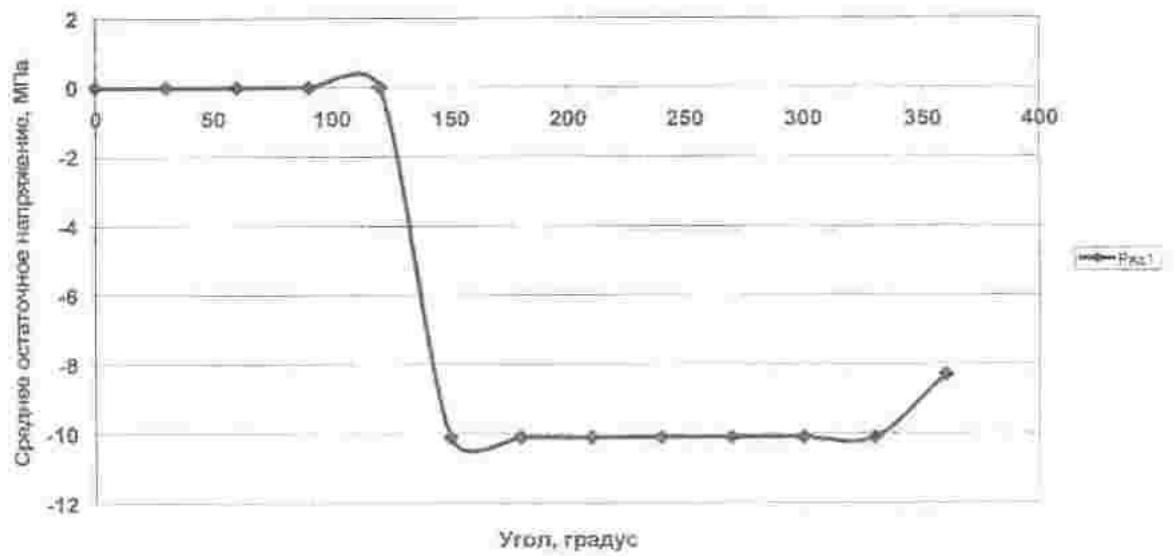


Рис. 8. График остаточных напряжений образца 9 (ЭД6) с генетическими остаточными напряжениями, сторона СД.



Рис. 9. Образец №9 с плоскополяризованным остаточным напряжением (параллельная к плоскости поляризации сторона СД).

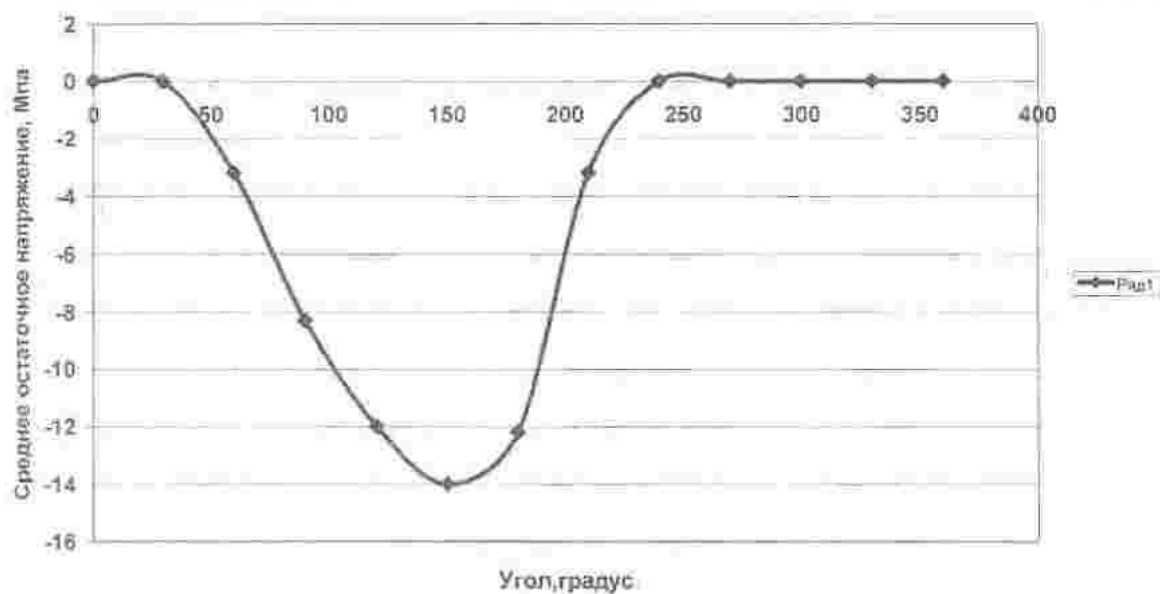


Рис. 10. График остаточных напряжений образца 9 (ЭД6, 5×5×10 см) с генетическими остаточными напряжениями, сторона ДА.



Рис. 11. Образец №9 с плоскополяризованным остаточным напряжением (перпендикулярная к плоскости поляризации сторона ДА).

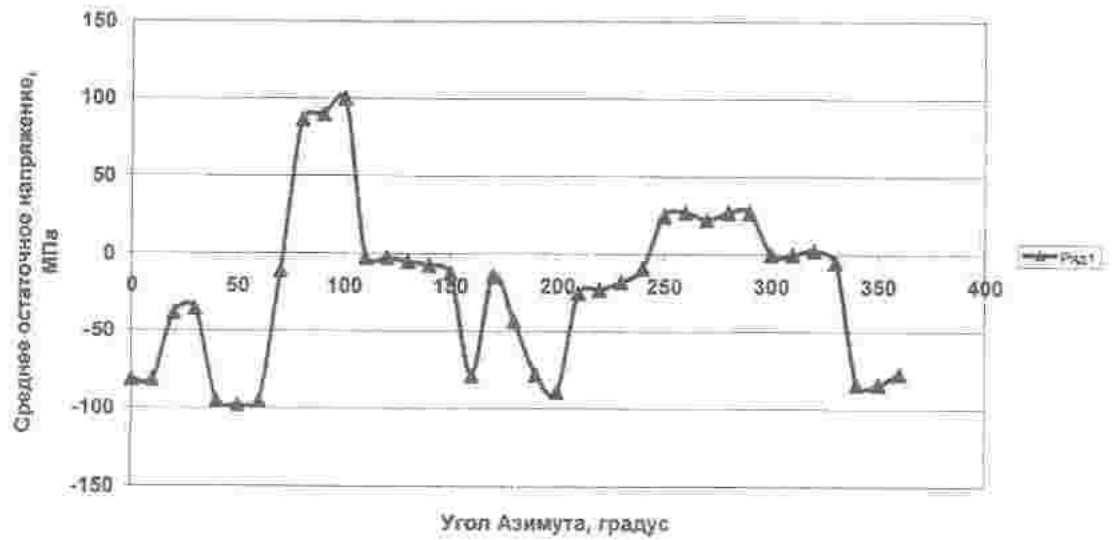


Рис. 12. График среднего остаточного напряжения по кругу образца филлита хлорит-серицитового (Кумтор, скв. Д794, глуб. 27,9–28,7 м, диаметр обр. 60 мм, высота 170 мм)

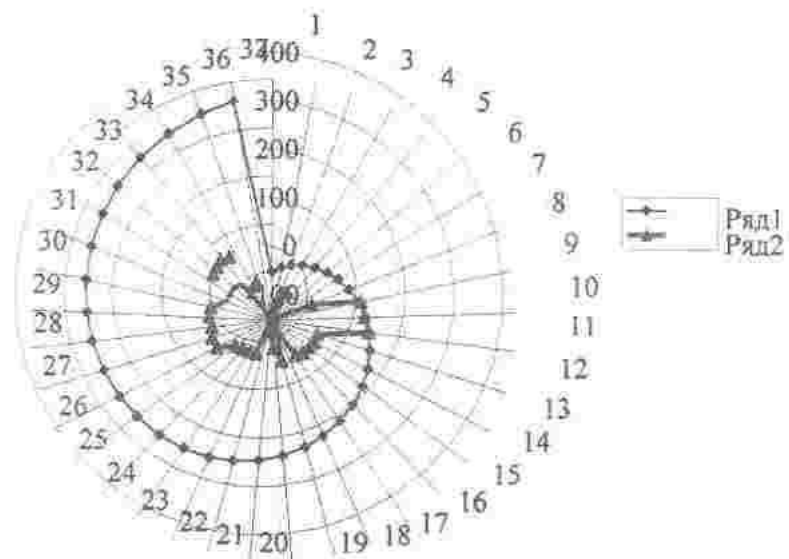


Рис. 13. Круговая диаграмма остаточных напряжений образца филлита хлорит-серицитового по азимуту (Кумтор, скв. Д794, глуб. 27,9–28,7 м, диам. обр. 60 мм, высота 170 мм., угол азимута 10 град.)