

Ордобаев Б.С., Дуйшеналиев Ч.Т., Исраилов Т.И.

**КУРУЛУШ МАТЕРИАЛДАРДЫН ОКТУК
ЧОЮЛУУСУНУН БЕКЕМДҮҮЛҮК ЧЕГИН КЫСЫЛУУ
БЕКЕМДҮҮЛҮК ЧЕГИ МЕНЕН АНЫКТОО**

Ордобаев Б.С., Дуйшеналиев Ч.Т., Исраилов Т.И.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ
МАТЕРИАЛОВ НА ОСЕВОЕ РАСТЯЖЕНИЕ ПО ВЕЛИЧИНАМ
ПРЕДЕЛА ПРОЧНОСТИ НА ОСЕВОЕ СЖАТИЕ**

B.S. Ordobaev, Ch.T. Duishenaliev, T.I. Israilov

**DETERMINATION OF STRENGTH OF BUILDING
MATERIALS ON AXIAL STRENGTH BY VALUES OF LIMIT
STRENGTHS ON AXIAL COMPRESSION**

УДК: 620.01/001.53-539

Курулуш материалдарын бир түрдүү материалдар категориясына чоң оорчулук менен киргизүүгө болот. Мындай материалдардын октук чоюлуусунун бекемдүүлүк чегин аныктоо, маанилүү татаалдыктар менен айкалышып турат. Анын чоңдугу текшерүүнүн ыкмасынан көз каранды. Бирдей болгон сынак шарттарында, кээде, бузуу тирешүүнүн ар түрдүү чоңдуктары келип чыгат.

Ушул сыяктуу материалдардын чоюлуусундагы бекемдүүлүк чегин, кысылуу сынагынын жыйынтыгынын негизинде жетишээрлик тактык менен аныктаса болот. Бул иште кээ бир, курулуш иштеринде колдонулуучу материалдардын (мрамор, кумдук, пироксенит, меломергель) чоюлуусундагы болгон бекемдүүлүк чегинин эсептөө маанилери көрсөтүлгөн.

Негизги сөздөр: *курулуш материалдар, талкалоо, чоюлуусундагы бекемдүүлүк чеги, кысылуу бекемдүүлүк чеги, константа.*

Строительные материалы можно отнести к категории однородных материалов с очень большой натяжкой. Определение предела прочности на осевое растяжение таких материалов сопряжено со значительными осложнениями. Его величина сильно зависит от методики испытаний. При одинаковых условиях испытаний, порой, получаются различные величины разрушающих напряжений.

Предел прочности на растяжение такого рода материалов, с достаточной точностью, можно установить по данным испытаний на сжатие. В работе приведены расчетные значения предела прочности на растяжение для некоторых материалов (мрамор, песчаник, пироксенит, меломергель), широко используемых в строительной практике.

Ключевые слова: *строительные материалы, разрушение, предел прочности на сжатие, предел прочности на растяжение, константы.*

Building materials can be classified as a homogeneous material with a very large stretch. Determination of the tensile strength for axial stretching of such materials is associated with significant complications. Its value depends heavily on the test procedure. Under identical test conditions, at times, different values of destructive stresses are obtained. The tensile strength of this kind of materials, with sufficient accuracy, can be determined from the compression test data. The calculated values of tensile strength for some materials (marble, sandstone, pyroxenite, melomergel), widely used in construction practice, are presented.

Key words: *building materials, destruction, compressive strength, tensile strength, constants.*

В работе [1] получено уравнение (1), выражающее количественное соотношение между предельными величинами наименьшего и наибольшего главных напряжений. Оно определяет все напряженные состояния, которые приводят к разрушению материала. Используя это уравнение можно построить огибающую линию предельных кругов напряжений. Предлагаемое уравнение

$$\sigma_3 = \frac{a+b}{2} + \sqrt{\frac{(a-b)^2}{8} + \sigma_1^2} \quad (1)$$

отличается от всех ранее предложенных зависимостей тем, что его можно отнести к категории обоснованных, строго выведенных математически уравнений.

Это уравнение, выражающее количественное соотношение между предельными величинами наименьшего σ_3 и наибольшего главных напряжений σ_1 , является весьма простым соотношением. Тем не менее, оно определяет все те напряженные состояния, которые приводят к разрушению материала. По этому уравнению можно определить ориентировку тех площадок, по которым происходит разрушение, вычислить нормальное и касательное напряжения на этих площадках. Используя это уравнение можно построить огибающую линию предельных кругов напряжений [1].

Выведенное уравнение содержит две константы a и b . Если для данного материала установлены величины этих констант, то по этому уравнению можно определить все разрушающие данный материал напряженные состояния.

Экспериментальные испытания материалов на разрушение в камерах трехосного сжатия проведено громадное количество [2,3,4]. В таких испытаниях предел прочности материала $\sigma_{сж}$ определяется всегда. В камерах трехосного сжатия испытания материалов на осевое сжатие проводятся легко. К образцам материалов в этом случае не прикладываются боковые давления.

Однако, в опытных данных, в подавляющем большинстве случаев, предел прочности материалов на осевое растяжение отсутствует. Можно также отметить, что величина предела прочности на осевое растяжение сильно зависит от методики испытаний. По одной из методик этот предел имеет одну величину, а по другой – другую величину. Кроме того, строительные материалы можно отнести к категории однородных материалов с очень большой натяжкой. В виду этого, при одних и тех же условиях испытаний получаются различные величины разрушающих напряжений. Отклонения в пределах 15-20% для таких материалов считаются вполне приемлемыми.

На основании уравнения (1) выведено уравнение для определения величины предела прочности на осевое сжатие по данным испытаний материалов в камерах трехосного сжатия. Оно имеет вид

$$\sigma_p = \frac{(\sigma_3)_r^2 - (\sigma_1)_r^2 + \sigma_c^2}{2\sigma_3} + \sqrt{\frac{((\sigma_1)_r^2 - (\sigma_3)_r^2)^2 + \sigma_c^2(\sigma_c^2 - 2(\sigma_1)_r^2 - 2(\sigma_3)_r^2)}{4\sigma_3^2}}, \quad (2)$$

где σ_1 , σ_3 опытные величины главных напряжений любых разрушающих напряженных состояний.

Определения по формуле (2) приведены ниже. Все значения пределов прочности на растяжение рассчитаны авторами по специально разработанной компьютерной программе в системе Matlab.

Каррарский мрамор,
опытные величины главных напряжений, кгс/см²

$$\sigma_1 := (1360 \ 2350 \ 3150 \ 3565 \ 4055 \ 5550)$$

$$\sigma_3 := (0 \ 250 \ 500 \ 685 \ 845 \ 1650)$$

$$\sigma_1 := \sigma_1^T \quad \sigma_3 := \sigma_3^T \quad n := \text{last}(\sigma_1) \quad i := 1..n \quad \sigma_c := \sigma_{10} \quad \sigma_c = 1.36 \cdot 10^3$$

Вычисления величин предела прочности при указанных выше опытных величинах главных напряжений

$$\sigma_{p_i} := \frac{(\sigma_{3_i})^2 + \sigma_c^2 - (\sigma_{1_i})^2}{2 \cdot \sigma_{3_i}} + \sqrt{\frac{[(\sigma_{1_i})^2 - (\sigma_{3_i})^2]^2 + \sigma_c^2 [\sigma_c^2 - 2 \cdot (\sigma_{1_i})^2 - 2 \cdot (\sigma_{3_i})^2]}{4 \cdot (\sigma_{3_i})^2}}$$

σ_{p_i}
- 129.231
- 119.124
- 122.933
- 113.389
- 117.212

Усредненная величина предела прочности

$$\sigma_p := \frac{1}{n} \cdot \left(\sum_i \sigma_{p_i} \right) \quad \sigma_p = -120.378$$

Песчаник,
опытные величины главных напряжений, кгс/см²

$$\sigma_1 := (690 \ 2320 \ 3135 \ 4850 \ 6475)$$

$$\sigma_3 := (0 \ 280 \ 555 \ 1550 \ 2475)$$

$$\sigma_1 := \sigma_1^T \quad \sigma_3 := \sigma_3^T \quad n := \text{last}(\sigma_1) \quad i := 1..n \quad \sigma_c := \sigma_{10} \quad \sigma_c = 690$$

Вычисления величин предела прочности при указанных выше опытных величинах главных напряжений

$$\sigma_{p_i} := \frac{(\sigma_{3_i})^2 + \sigma_c^2 - (\sigma_{1_i})^2}{2 \cdot \sigma_{3_i}} + \sqrt{\frac{[(\sigma_{1_i})^2 - (\sigma_{3_i})^2]^2 + \sigma_c^2 [\sigma_c^2 - 2 \cdot (\sigma_{1_i})^2 - 2 \cdot (\sigma_{3_i})^2]}{4 \cdot (\sigma_{3_i})^2}}$$

σ_{p_i}
- 27.656
- 29.269
- 35.843
- 33.437

Усредненная величина предела прочности

$$\sigma_p := \frac{1}{n} \cdot \left(\sum_i \sigma_{p_i} \right) \quad \sigma_p = -31.551$$

Пироксенит,
опытные величины главных напряжений, кгс/см²

$$\sigma_1 := (3560 \ 7760 \ 8880 \ 11200)$$

$$\sigma_3 := (0 \ 720 \ 1040 \ 1960)$$

$$\sigma_1 := \sigma_1^T \quad \sigma_3 := \sigma_3^T \quad n := \text{last}(\sigma_1) \quad i := 1..n \quad \sigma_c := \sigma_{10} \quad \sigma_c = 3.56 \cdot 10^3$$

Вычисления величин предела прочности при указанных выше опытных величинах главных напряжений

$$\sigma_{p_i} := \frac{(\sigma_{3_i})^2 + \sigma_c^2 - (\sigma_{1_i})^2}{2 \cdot \sigma_{3_i}} + \sqrt{\frac{[(\sigma_{1_i})^2 - (\sigma_{3_i})^2]^2 + \sigma_c^2 [\sigma_c^2 - 2 \cdot (\sigma_{1_i})^2 - 2 \cdot (\sigma_{3_i})^2]}{4 \cdot (\sigma_{3_i})^2}}$$

σ_{p_i}
- 194.623
- 203.128
- 228.993

Усредненная величина предела прочности

$$\sigma_p := \frac{1}{n} \cdot \left(\sum_i \sigma_{p_i} \right) \quad \sigma_p = -208.915$$

Меломергель,
опытные величины главных напряжений, кгс/см²

$$\sigma_1 := (40 \ 257 \ 505 \ 790 \ 1005 \ 1405)$$

$$\sigma_3 := (0 \ 50 \ 100 \ 200 \ 300 \ 600)$$

$$\sigma_1 := \sigma_1^T \quad \sigma_3 := \sigma_3^T \quad n := \text{last}(\sigma_1) \quad i := 1..n \quad \sigma_c := \sigma_{10} \quad \sigma_c = 40$$

Вычисления величин предела прочности при указанных выше опытных величинах главных напряжений

$$\sigma_{p_i} := \frac{(\sigma_{3_i})^2 + \sigma_c^2 - (\sigma_{1_i})^2}{2 \cdot \sigma_{3_i}} + \sqrt{\frac{[(\sigma_{1_i})^2 - (\sigma_{3_i})^2]^2 + \sigma_c^2 [\sigma_c^2 - 2 \cdot (\sigma_{1_i})^2 - 2 \cdot (\sigma_{3_i})^2]}{4 \cdot (\sigma_{3_i})^2}}$$

σ_{p_i}
- 1.293
- 0.657
- 0.549
- 0.523
- 0.596

Усредненная величина предела прочности

$$\sigma_p := \frac{1}{n} \cdot \left(\sum_i \sigma_{p_i} \right) \quad \sigma_p = -0.724$$

Габбро,
опытные величины главных напряжений, кгс/см²

$$\sigma_1 := (2006 \ 3510 \ 4180 \ 4820 \ 5250 \ 5580)$$

$$\sigma_3 := (0 \ 250 \ 400 \ 600 \ 750 \ 900)$$

$$\sigma_1 := \sigma_1^T \quad \sigma_3 := \sigma_3^T \quad n := \text{last}(\sigma_1) \quad i := 1..n \quad \sigma_c := \sigma_{10} \quad \sigma_c = 2.006 \cdot 10^3$$

Вычисления величин предела прочности при указанных выше опытных величинах главных напряжений

$$\sigma_{p_i} := \frac{(\sigma_3)_i^2 + \sigma_c^2 - (\sigma_1)_i^2}{2 \cdot \sigma_3}_i + \sqrt{\frac{[(\sigma_1)_i^2 - (\sigma_3)_i^2]^2 + \sigma_c^2 [\sigma_c^2 - 2 \cdot (\sigma_1)_i^2 - 2 \cdot (\sigma_3)_i^2]}{4 \cdot (\sigma_3)_i^2}}$$

σ_{p_i}
- 122.641
- 121.575
- 128.624
- 131.924
- 138.347

Усредненная величина предела прочности

$$\sigma_p := \frac{1}{n} \cdot \left(\sum_i \sigma_{p_i} \right) \quad \sigma_p = -128.622$$

Литература:

1. Дуйшеналиев Т.Б. Количественное описание теории прочности Мора [Текст] / Т.Б. Дуйшеналиев // Известия Национальной академии наук КР. - №4.- 2012. - С. 47-50.
2. Протоdjяконов М.М. Методы исследования механических свойств горных пород в условиях объемного напряженного состояния. Механические свойства горных пород // Сб. трудов [Текст] / М.М. Протоdjяконов, Е.И. Ильницкая, В.И. Карпов -М.: Академиздат, 1963. - С. 151-156.
3. Ставрогин А.Н. О предельных состояниях и деформации горных пород [Текст] / А.Н. Ставрогин // Горное давление. Сб. ВНИМИ. - Л., 1965. -№ 59. - С. 33-62.
4. Ставрогин А.Н. Атлас механических свойств горных пород [Текст] / А.Н. Ставрогин. - Л., 1968.-90 с.

Рецензент: д.ф.-м.н., профессор Токтосопиев А.М.