И. И. БОБАРЫКОВЪ.
Профессоръ Томскаго Технологическаго Института ИМПЕРАТОРА НИКОЛАЯ II.

КЪ ВОПРОСУ

О СОПРОТИВЛЕНІИ ДЕРЕВА

СКАЛЫВАНІЮ.

Экспериментальное изслѣдованіе.

ТОМСКЪ.
Сибирское Т—во Печатнаго Дѣла, уг. Дворянской и Ямск. пер., соб. д.
1915.

И. И. Бобарыковъ.

Къ вопросу о сопротивленіи дерева скалыванію.

Дерево является однимъ изъ важныхъ строительныхъ матеріаловъ, а потому изученіе его механическихъ свойствъ имѣетъ существенное значеніе въ строительномъ дѣлѣ. Опыты надъ сопротивленіемъ дерева внѣшнимъ усиліямъ производятся съ давнихъ поръ,[1]) и въ настоящее время можно найти много матеріала для освѣщенія вопроса съ разныхъ сторонъ.

По природѣ своей дерево обладаетъ весьма неоднородной структурой и сопротивляемость его дѣйствующимъ силамъ зависитъ не только отъ вида деформаціи, но и отъ направленія, въ которомъ она вызывается. Цѣлый рядъ факторовъ вліяетъ иногда весьма замѣтно на числовыя величины, опредѣляющія собою тѣ или другія механическія качества дерева. Помимо условій роста, времени валки имѣютъ значеніе расположеніе образца, подвергающагося испытанію, въ стволѣ, удѣльный вѣсъ и въ особенности степень влажности.

Сообразно съ условіями, въ которыхъ дерево обычно подвергается нагрузкамъ въ сооруженіяхъ, большинство изслѣдователей, производя опредѣленія прочности дерева, испытываютъ его на сжатіе, изгибъ рѣже на растяженіе и сдвигъ и лишь въ исключительныхъ случаяхъ на скручиваніе. Потому совершенно естественно, что сопротивляемость дерева сжатію изучена лучше всего для различныхъ сортовъ, главнымъ образомъ хвойныхъ породъ. Достаточно упомянуть такіе труды, какъ *Bauschinger*'а[2]), *Tetmayer*'а[3]), *Wijkander*'а[4]), *Schwappach*'а[5]), *Jonson*'а[6]), *Jank*'а[7], и друг.

---

[1]) Напр. Chewandier et Wertheim. Sur les propriétés mécaniques du bois 1846.
Barlow. A treatise on the strength of materials 1867. Въ этихъ работахъ имѣются нѣкоторыя свѣдѣнія историческаго характера.

[2]) Untersuchungen über die Elasticität uud Festigkeit von Fichten—und Kiefern Bauhölzer 1883, 1889.

[3]) Methoden und Resultate der Prüfung der schweiz. Bauhölzer 1896.

[4]) Untersuchung d. Festigkeits-Eigenschaften schwedischen Holzarten 1897.

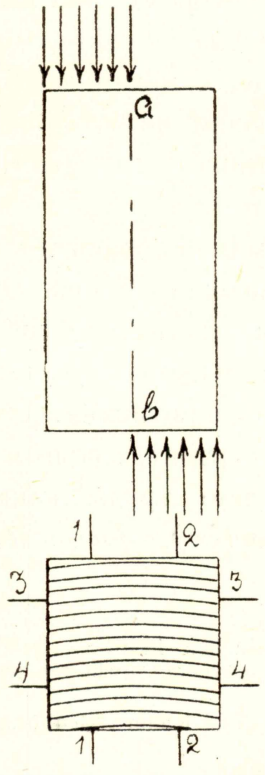
[5]) Untersuchungen über Raumgewicht und Druckfestigkeit d. Holzes wichtiger Waldbäume 1897.

[6]) Mechanical tests made at Washington University 1983.

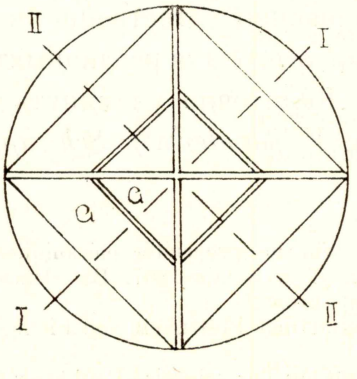
[7]) Untersuchungen über die Elastlcität und Festigkeit der österreichischen Bauhölzer 1900, 1904, 1913.

Научно-техническая библиотека

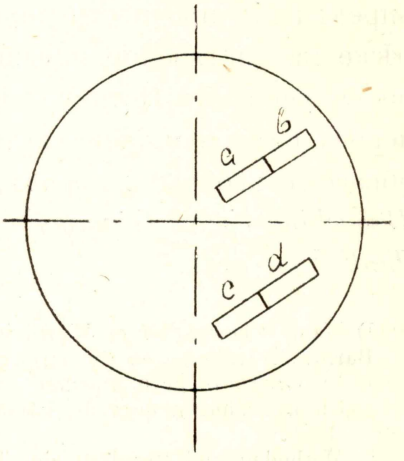
Въ сооруженіяхъ весма нерѣдко дерево подвергается, помимо сжимающихъ, еще скалывающимъ (касательнымъ) напряженіямъ; это имѣетъ мѣсто при изгибѣ, во врубкахъ, шпонкахъ, при скручиваніи, при укрѣпленіи дисковыхъ цапфъ въ деревянныхъ валахъ и т. д. Сопротивленіе дерева срѣзающимъ усиліямъ весьма не одинаково: оно довольно значительно, если послѣднія направлены перпендикулярно волокнамъ и, вообще говоря, невелико, когда срѣзаніе направлено параллельно послѣднимъ. Такой случай имѣетъ особенное значеніе, почему большинство изслѣдователей при опытахъ его и имѣютъ въ виду. Обычно для производства опыта на срѣзаніе, вырѣзается образецъ, имѣющій видъ призмы, который и подвергается скалыванію, при чемъ плоскость, въ которой это скалываніе происходитъ, направляется либо радіально по отношенію къ годичнымъ слоямъ, либо по касательной къ послѣднимъ, либо наклонно. Напр. *Tetmayer* (см. сноску № 3) пользовался квадратными призмами 4,5—5,5 см. въ основаніи и 10 см. высотою. Плоскости скалыванія направлялись по 1—1, 2—2, 3—3, 4—4 (черт. 1); *Wijkander* бралъ призмы малой высоты 20×20 см. при высотѣ 10 см. *Bauschinger* (сноска № 2) раздѣлялъ призмы на четыре квадранта, изъ которыхъ получалъ восемь призмъ съ треугольнымъ и трапецоидальнымъ основаніемъ (черт. 2), а скалываніе происходило по плоскостямъ I—I и II—II, т. е. въ радіальномъ направленіи. *Rudeloff*[8]) вырѣзалъ пластинки 3×4 и 4×4 см., согласно черт. 3; такимъ образомъ плоскости скалыванія были то



Черт. 1.



Черт. 2.

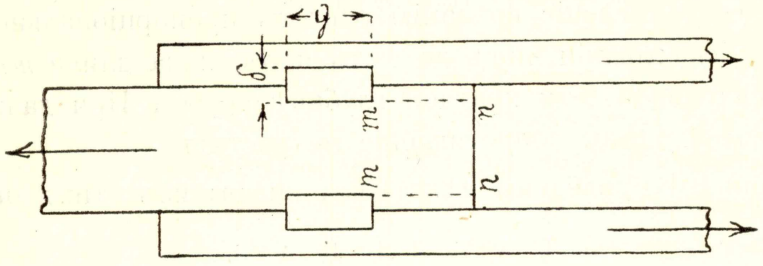


Черт. 3.

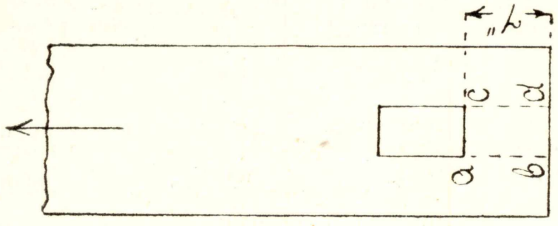
радіальными, то касательными. Въ опытахъ *Julius*'а[9]) онѣ шли по касательному направленію. Особенное расположеніе имѣло мѣсто въ

[8]) Untersuchungen an Fichtenholz 1912.
[9]) The physical charakteristiks of the hardwoods of Western Australia 1908.

опытахъ *Jonson*'а (сноска № 6) здѣсь выкалываніе происходило по плоскостямъ *ab, cd* (черт. 5). Этимъ же способомъ пользовался и *Julius*, параллельно съ приборомъ *Warren*'а. Плоскости скалыванія имѣли размѣръ 1×2 кв. дюйма.



Черт. 4.



Черт. 5.

Изъ русскихъ изслѣдованій наиболѣе обстоятельное испытаніе производилъ Журавскій[10]); схема расположенія опыта указана на чертежѣ 4.

Срѣзанію подвергались (въ зависимости отъ размѣровъ) или шпонки, или средняя часть по плоскостямъ mn. Въ первомъ случаѣ $mn = 8''$ при длинѣ $\delta = 0{,}2''$, $b = 0{,}2'' - 0{,}8''$; ширина $a = 0{,}8''$. Во второмъ расположеніи $mn = 1.5'' - 2.6''$, $a = 0{,}4$.

Во всѣхъ указанныхъ опытахъ опредѣлялось напряженіе k_2 при разрушеніи по извѣстной зависимости:

$$k_2 = P : F,$$

если P и F соотвѣтственно обозначаютъ скалывающую силу и площадь разрушенія. Такимъ образомъ, заранѣе считается извѣстнымъ законъ распредѣленія напряженій, а именно, принимается равномѣрное распредѣленіе. Это предположеніе несомнѣнно неправильно, т. к. при помощи теоріи упругости можно показать, что распредѣленіе напряженій при скалываніи совершается по закону болѣе сложному[11]). Къ такому же заключенію о невозможности равномѣрныхъ распредѣленій при срѣзаніи слѣдуетъ притти на основаніи логическихъ разсужденій. Это между прочимъ указывается въ статьѣ В. Мраморнова[12]), который

[10]) Результаты изслѣдованія системы Fay, примѣненой къ мостамъ С. П. Б. Московской ж. д. 1855.

[11]) Filon. Philosoph. Transactions of. Royl. Society, Serie A V.

[12]) О напряженіяхъ при скалываніи дерева 1913. Журналъ О-ва Сибирскихъ Инженеровъ.

дѣлаетъ попытку къ полученію искомаго закона и приходитъ, на основаніи своихъ опытовъ надъ скалываніемъ, къ заключенію, что напряженія касательныя распредѣляются по гиперболическому закону.

Журавскій въ вышецитированной работѣ говоритъ, что по его наблюденіямъ сопротивленіе срѣзанію растетъ пропорціонально увеличенію площади скалыванія лишь до тѣхъ поръ, пока длина *mn* (черт. 4) не сдѣлается равной 9-ти кратной глубинѣ врубки. При дальнѣйшемъ увеличеніи этой длины сопротивленіе не растетъ.

Въ таблицѣ I приведены нѣкоторыя цифры изъ этихъ опытовъ.

ТАБЛИЦА I.

Длина.	Глубина врубки.	Площадь смятія.	Напряженіе скалыванія.	Примѣчаніе.
1,5 дюйм.	0,2 д.	0,12 кв. д.	29,2 п./кв. д.	крупнослойный.
„	„	„	20,0 „	мелкослойный.
2,0 „	„	0,16 „	25,0 „	некрѣпкій.
„	„	„	18,1 „	крѣпкій.
2,6 „	„	2,08 „	19,7 „	некрѣпкій.
„	„	„	13,0 „	крѣпкій.

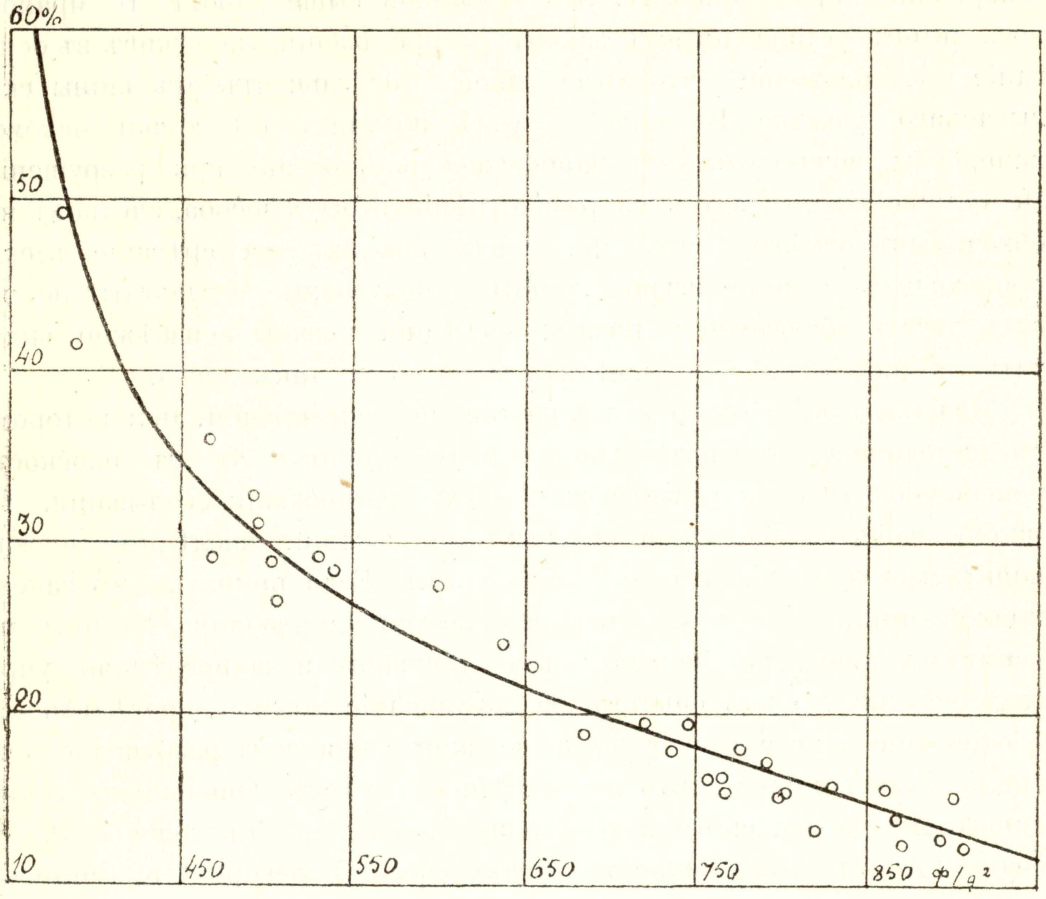
Крѣпкій совпадаетъ съ мелкослойнымъ. Если взять произведенія 1-й и 4-й графъ, то получимъ

строки 1, 3, 5 . . . . . 44, 50 и 51.2
„ 2, 4, 6 . , ... 30, 36.2 и 33.8.

Такимъ образомъ, уже въ опытахъ Журавскаго можно видѣть косвенное подтвержденіе неравномѣрности распредѣленія напряженій.

Конечно, указанное обстоятельство не обезцѣниваетъ вовсе слѣланныя изслѣдованія. Онѣ даютъ среднія цифры и въ нѣкоторыхъ случаяхъ зависимости, которыя будутъ имѣть мѣсто при всякомъ законѣ распредѣленія напряженій. Напр , на черт. 6 (см. 5 стр.) показана кривая, изображающая измѣненіе средняго временнаго сопротивленія скалыванію дерева съ измѣненіемъ степени влажности; діаграмма взята изъ упомянутаго выше изслѣдованія *Jonson*'а. По вертикалямъ отложена степень влажности въ $^0/_0{}^0/_0$, по горизонталямъ напряженіе въ фунтахъ на кв.—дюймъ. Въ общемъ здѣсь наблюдается та же картина, что и при опытахъ на сжатіе. Сопротивляемость увеличивается съ

уменьшеніемъ влажности: при этомъ вліяніе степени влажности тѣмъ значительнѣе, чѣмъ она меньше.



Черт. 6.

Въ статьѣ „*Schearing tests*“[13]) *Izod* приводитъ, цифры относящіяся къ сопротивленію дерева срѣзанію, при чемъ оно производилось частью въ направленіи перпендикулярномъ волокнамъ, одновременно къ двумъ параллельнымъ плоскостямъ, частью вдоль волоконъ. Полагая, какъ и обычно, равномѣрное распрєдѣленіе напряженій *Izod* получилъ цифры, приведенныя въ таблицѣ II, изъ которыхъ замѣчаемъ громадную разницу въ сопротивляемости дерева вдоль и поперекъ волоконъ.

Т А Б Л И Ц А II.

Дерево.	Вѣсъ к. ф.	Напряженіе.		Влажность.
		Попорекъ.	Вдоль.	
Сосна	39,5	4872 ф./д.	470 ф./д.	15 7%
Дубъ	47,7	5292 „	891 „	12,6
Ель.	26,5	2668 „	442 „	10,6
Тиссъ	45,0	3960 „	1022 „	10,0

[13]) The Institution of Mech. Eng. 1906.

Съ точки зрѣнія разсчета въ сооруженіяхъ знанія средняго сопротивленія не достаточно, почему выборъ запаса прочности становится совершенно произвольнымъ. Въ указанной выше работѣ В. Мрамор-нова авторъ устанавливаетъ законъ распредѣленія, положивъ въ основаніе предположеніе, что этотъ законъ не зависитъ отъ длины скалываемаго участка. Въ такомъ случаѣ, получивъ двѣ точки искомой гиперболы, можно отыскать наибольшее напряженіе при разрушеніи. Не останавливаясь здѣсь на разсмотрѣніи этого способа, считаемъ необходимымъ отмѣтить, что при всѣхъ опытахъ на срѣзаніе всегда происходитъ явленіе изгиба, а потому получаемые результаты не могутъ давать абсолютныхъ цифръ; послѣднія должны неизбѣжно включать въ себѣ ошибку, опредѣлить которую не такъ легко.

Явленія сдвига обычно изучаются на скручиваніи, при которомъ съ достаточною степенью точности можно принять, что въ плоскости поперечнаго сѣченія развиваются только напряженія скалыванія. По закону двойственности касательныхъ напряженій, послѣднія должны появляться и въ плоскостяхъ радіальныхъ. Если принять, что законъ прямой линіи, по которому распредѣляются напряженія, достигая максимума у периферіи, можетъ быть допущенъ и за предѣлами упругихъ явленій, то изъ опытовъ на скручиваніе можно опредѣлять сопротивленіе дерева сдвигу вдоль волоконъ, при чемъ разрушеніе, очевидно, будетъ происходить въ слабѣйшемъ мѣстѣ. Опыты надъ сопротивленіемъ дерева скручиванію производились, но въ количествѣ незначительномъ. Такъ Bevan въ статьѣ своей „Experiment of the modulus of torsion [14]) приводитъ данныя для модуля упругости второго рода G для нѣкоторыхъ сортовъ дерева.

ТАБЛИЦА III.

ДЕРЕВО.	Удѣльный вѣсъ.	Модуль упругости.		При чѣмъ.
Акація	0,795	12850	клгр./см.^{2}	Не вполнѣ сухая.
Береза	—	7850	„	
Каштанъ	0,615	10100	„	
Сосна шотл.	—	6250	„	
Лиственница	0,58	8650	„	
Дубъ англ.	—	9100	„	
и гамбургск.	0,693	5460	„	
Сосна амер.	—	6720	„	
„ мем.	—	6820	„	
Тополь	0,333	4330	„	
Тиссъ	—	7650	„	
„ америк.	—	12450	„	
Орѣхъ	—	9000	„	
Сосна	—	4750	„	Свѣжая.

[14]) Philosoph. Transactions of the royal Society 1829.

Данныя о скручиваніи дерева получены Thurston'омъ [15]). Въ таблицѣ IV приведены цифры временнаго сопротивленія скалыванію для разныхъ породъ.

ТАБЛИЦА IV.

Дерево.	Напряженіе клгр./см.^{2}	Примѣчаніе.
Сосна бѣлая . .	107	
„ желтая .	142	заболонь
„ „ .	172	сердцевина.
Ель	129	
Ясень	184	
Кедръ красный.	137	
Дубъ	220	
Красн. дерево .	360	
Каштанъ . . .	142	

ТАБЛИЦА V.

Дерево.	Модуль клгр./см.^{2}	Напряженіе клгр./см.^{2}
Сосна прусск. .	6893	129,3
„ норв. . .	3662	795,0
Дубъ норм. . .	4883	196,0
Вязъ	4507	116,0
Букъ	4507	122,6

Можно указать еще статью *Bouniceau* [16]), въ которой приведены результаты опытовъ на скручиваніе и опредѣленіе какъ модуля упругости G, такъ и временнаго сопротивленія срѣзанію. Таблица V. Приведенныя цифры не даютъ достаточно ясной картины вліянія различныхъ факторовъ, какъ напр., положеніе образца въ деревѣ, вліяніе влажности и т. д. Поэтому чувствуется потребность въ постановкѣ опытовъ на скручиваніе для полученія необходимыхъ данныхъ сопротивленія дерева скалыванію.

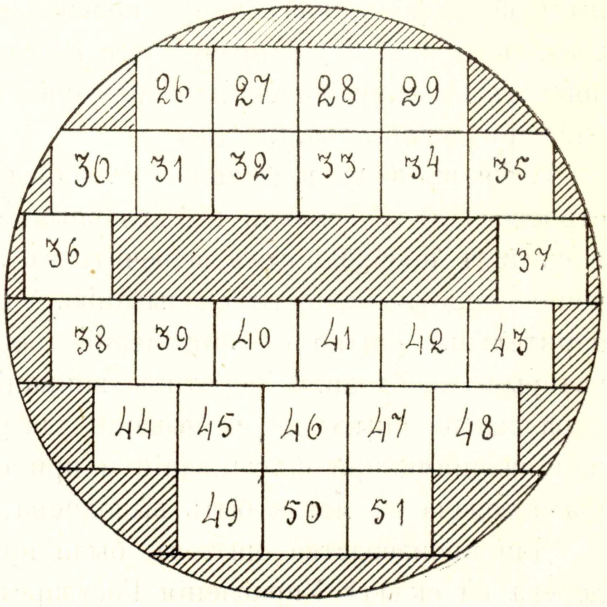
Имѣя въ виду приступить къ опредѣленію механическихъ свойствъ строевого лѣса Томской губ., главнымъ образомъ сосны и лиственницы, я считалъ необходимымъ включить въ эти испытанія обязательно изученіе сопротивляемости скалыванію. А потому рѣшилъ поставить предварительные опыты на скручиваніе для выясненія обстоятельствъ, на которыя необходимо обратить вниманіе. Предполагалось произвести параллельно опыты на скалываніе для установленія зависимости между напряженіями при скручиваніи и при скалываніи. По недостатку матеріала задача не могла быть выполнена полностью.

Для производства опытовъ были пріобрѣтены весною 1912 г. два дерева на складѣ Управленія Государственными Имуществами Томской губерніи. По справкѣ, полученной въ Управленіи объ сосны срублены

[15]) По Burr'y. The elasticity and resistance of the material engineering.
[16]) Resistance des bois à la torsion.

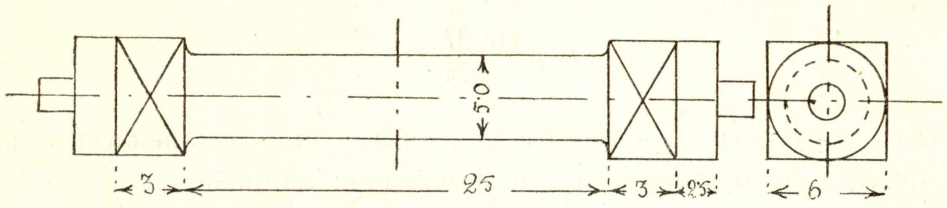
зимою 1911/12 года въ Тургайскомъ лѣсу по р. Чулыму (правый притокъ р. Оби), Юксинской дачи; доставлены на баржахъ въ сутункахъ по 6 арш. длиною. Каждое дерево имѣло по два сутунка. Деревья срѣзались на высотѣ около метра отъ уровня почвы и имѣли въ комлѣ около 12 вершк. въ отрубѣ около 9 вершковъ. Лѣсъ совершенно здоровый, очень мало сучковатый. По внѣшнему виду деревья различались нѣсколько лишь средней толщиной годичныхъ колецъ; дерево болѣе мелкослойное имѣло возрастъ 256 лѣтъ, второе болѣе крупнослойное—259 лѣтъ. Мы будемъ ихъ обозначать—дерево I и II.

Раздѣлка для вынутія образцовъ производилась одинаково: дерево распускалось на пять досокъ приблизительно по 60 м/м. толщиною; затѣмъ разрѣзалось перпендикулярно оси на отрѣзы разной высоты по 22 штуки въ каждомъ деревѣ Нумерація отрѣзковъ шла отъ отруба къ комлю. Отрѣзы I, III, VI, IX, XII, XIV, XVII, XX и XXII длиною по 420 м/м. служили для образцовъ на скручиваніе; отрѣзы V, VIII, XVI и XIX, длиною по 120 м/м., для образцовъ на сжатіе и, наконецъ, отрѣзы II, IV, VII, X, XIII, XV, XVIII и XXI по 450 м/м. употреблялись для скалыванія, изгиба и т. д. Изъ отрѣзковъ помощью распила досокъ вдоль получались призматическіе бруски квадратнаго сѣченія приблизительно 60×60 мм., при чемъ размѣтка отрѣзковъ для выборки этихъ брусковъ дѣлалась съ опредѣленнымъ намѣреніемъ получить возможно большее число образцовъ; на черт. 7 приведена схема распредѣленія образцовъ въ отрѣзѣ III дерева II. Заштрихованныя части отброшены частью какъ обзольныя, а въ серединѣ дерева потому, что здѣсь проходила главная трещина. Образцы 36 и 42 оказались при точкѣ на станкѣ съ небольшими трещинами внутри, почему были забракованы. Такимъ образомъ, использовалась поневолѣ только часть матеріала, впрочемъ достаточно значительная; такъ для дерева I изъ числа возможныхъ образцовъ на скручиваніе негодныхъ было 18%, для дерева II—16%.



Черт. 7.

Образцы на скручиваніе имѣли форму и средніе размѣры, указанные на чертежѣ 8. Опыты производились на машинѣ Amsler'a, которая провѣрялась до и послѣ изслѣдованія. Средній діаметръ образ-



Черт. 8.

цовъ равенъ $d=50$ м/м. На цилиндрической части бруска наносились двѣ мѣтки въ разстояніи $l=150$ м/м. другъ отъ друга; въ этихъ сѣченіяхъ укрѣплялись зеркала, при помощи которыхъ отсчитывались упругіе углы α крученія и при измѣненіи скручивающаго момента на 2 клгр./м. По этимъ даннымъ опредѣлялось значеніе G изъ формулы

$$G=\frac{32\ Ml}{\pi\alpha d^4}.$$

Строгая пропорціональность между напряженіемъ и деформаціей наблюдалась не у всѣхъ брусковъ, какъ это можно видѣть, напримѣръ, изъ черт. 9, на которомъ изображены діаграммы, полученныя для образцовъ №№ 43, 119, 142, 169 и 189 дерева № I (таблица A). Въ то время какъ для образца № 119 эта зависимость представлена, хотя и съ очень большими радіусами кривизны. Для примѣра приведемъ два протокола.

	Нагрузка.	Разность показаній шкалъ.
Дерево I.		
Отрѣзъ III.	2,1 клг./м.	1,34 с./м.
Образецъ № 27.	4,2	1,30
	6.0	1,30
	8,0	1,30
	10,0	1,30
	12,0	1,60
	23,0	разрушеніе
Дерево I.	2,0 клг./м.	1,20 с./м.
Отрѣзъ III.	4,0	1,20
Образецъ № 35.	6,0	1,23
	8,0	1,25
	10,0	1,26
	12,0	1,45
	20,5	разрушеніе.

Благодаря указанному обстоятельству надо признать, что модуль упругости G мѣняется, убывая съ нагрузкой, но такъ какъ это убываніе незначительно, то возможно вычислять G, какъ среднюю величину; напряженія вычислялись по формулѣ.

$$k = \frac{16\,M}{\pi\,d^{\,3}}.$$

Предѣлъ упругости не опредѣлялся; считая, что онъ лежитъ недалеко отъ предѣла пропорціональности, вычисляли напряженія k_1, соотвѣтствующія этому послѣднему. Само собой понятно, что значеніе этихъ цифръ приближенное, на основаніи сказаннаго выше.

Величины k_1 и k_2—напряженія при разрушеніи помѣщены въ таблицѣ A и B. (см. приложеніе).

Послѣ разрушенія, которое опредѣлялось паденіемъ нагрузки на машинѣ и появленіемъ продольной трещины, изъ середины образца немедленно вырѣзался цилиндръ съ діаметромъ, соотвѣтствующимъ діаметру образца и съ высотою около 30 м/м. (въ среднемъ). Цилиндръ этотъ взвѣшивался и затѣмъ подвергался сушкѣ при температурѣ около 98° C.[17]) Такимъ путемъ находили степень влажности φ въ моментъ, производства опыта. Кромѣ того, зная вѣсъ высушеннаго цилиндра, опредѣляли удѣльный вѣсъ образца. Объемъ получали непосредственнымъ измѣреніемъ; этотъ пріемъ былъ предпочтенъ способу погруженія въ жидкость, потому что первый является болѣе простымъ; степень же погрѣшности въ обоихъ способахъ примѣрно одинаковая. Средняя толщина годовыхъ колецъ, получалась дѣленіемъ діаметра цилиндра на число колецъ, сосчитанное въ данномъ цилиндрѣ.

Въ таблицахъ A и B всѣ эти данныя приведены.

Какъ мы видимъ, влажность дерева (полагая образцы высушенные въ шкафу абсолютно сухими) колеблется въ предѣлахъ 6—13,5%; влажность въ помѣщеніи лабораторіи измѣнялась въ зависимости отъ состоянія вентиляціи отъ 40 до 50% въ среднемъ.

При такомъ сравнительно маломъ содержаніи воды можно положить, что удѣльный вѣсъ измѣняется пропорціокально измѣненію влажности. Пусть удѣльный вѣсъ обозначенъ черезъ Δ, тогда будемъ имѣть

$$\frac{\Delta - \Delta_0}{\varphi - \varphi_0} = Const. = A,$$

гдѣ Δ_0 и φ_0 относятся къ дереву абсолютно сухому, но $\varphi_0 = 0$. Какъ видно изъ графы 6 таблицъ A и B указанное отношеніе колеблется очень немного.

[17]) Въ шкафу съ двойными стѣнками, между которыми кипѣла дистилированная вода.

Ниже приводятся среднія величины для всѣхъ отрѣзовъ испытуемыхъ деревьевъ:

Отрѣзъ.	Дерево I	Дерево II.
1	0,251	0,248
3	0,246	0,254
6	0,245	0,256
9	0,256	0,249
12	0,236	0,261
14	0,234	0,265
17	0,234	0,254
20	0,266	0,260
22	0,240	0,260
	Среднее 0,245	Среднее 0,257

На основаніи (4) можемъ написать

$$\Delta = A\varphi + \Delta_0$$

$$\Delta_1 = A\varphi_1 + \Delta_0$$

или

$$\Delta_1 = \Delta - A(\varphi - \varphi_1)$$

Пусть напр. $\varphi_1 = 10\%$, тогда

$$\Delta_1 = \Delta\ A\ (\varphi - 10)$$

Для дерева II A=0,257, въ такомъ случаѣ получимъ

$$\Delta_{10} = \Delta + 2{,}57\ (1 - {,}01\ \varphi).\ ^{19})$$

Такимъ образомъ мы имѣемъ возможность отнести полученныя данныя къ влажности въ 10% и тогда сравнивать ихъ между собой. Посмотримъ, какова будетъ ошибка, если оставить цифровыя величины удѣльнаго вѣса безъ редуцированія. Для дерева II имѣемъ

$\varphi\ max. = 12{,}7\%$ (№ 70), $\varphi\ min. = 6{,}8\%$ (№ 125), $\Delta\ min. = 36{,}3$ имѣемъ согласно (5)

$$\Delta'_{10} = 36{,}3 + 2{,}57\ (1 - 0{,}1.12{,}7) = 35{,}6$$

$$\Delta''_{10} = 36{,}3 + 2{,}57\ (1 - 0{,}1.\ 6{,}8) = 37{,}2$$

и

$$\frac{\Delta''_{10} - \Delta'_{10}}{\Delta} 100 = 4{,}2\%.$$

Слѣдовательно, наибольшее отклоненіе не превышаетъ $4{,}2\%$, но т. к. такое одновременное совпаденіе неблагопріятныхъ обстоятельствъ не

[19]) Δ увеличено въ 100 разъ.

наблюдается, то дѣйствительная ошибка вслѣдствіе пренебреганія вліянія влажности не превзойдетъ $2^0/_0$. Поэтому отнесеніе удѣльнаго вѣса въ какой либо опредѣленной степени влажности сдѣлано не было.

Можно думать, что измѣненіе влажности въ сравнительно небольшихъ предѣлахъ $6—7^0/_0$ не должно сильно отражаться на величинѣ временнаго сопротивленія. Обращаясь къ діаграммѣ, указывающей зависимость между k_2 и φ по *Jonson'* у (черт 6), замѣчаемъ, что временное сопротивленіе сильно падаетъ съ увеличеніемъ влажности и это особенно замѣтно при малыхъ значеніяхъ φ. Подобное явленіе отмѣчено и *Janka* на построенныхъ имъ кривыхъ для случая сжатія. Чтобы составить себѣ представленіе о дѣйствительномъ вліяніи измѣненія φ при скручиваніи мною были поставлены спеціальныя наблюденія. Именно, изъ отрѣзовъ 4, 15 и 21—дерева I и 7, 11 и 18—дерева II были выбраны бруски. Изъ каждаго бруска приготовлялось по два образца на скручиваніе въ формѣ, указанной на черт. 8, но значительно меньшей длины. Дѣлалось это съ цѣлью имѣть парные образцы, возможно ближе расположенные другъ къ другу по длинѣ и, стало быть, обладающіе приблизительно одинаковымъ удѣльнымъ вѣсомъ и влажностью.

По изготовленіи одинъ брусокъ устанавливался въ машину, другой одновременно клали въ сушильный шкафъ для опредѣленія степени влажности. По окончаніи сушки второй брусокъ, хранившійся въ эксикаторѣ, подвергали скручиванію. Такимъ путемъ для каждаго бруска изъ отрѣза получались двѣ цифры—временнаго сопротивленія при нѣкоторой ступени влажности и при абсолютно сухомъ состояніи. Результаты этихъ испытаній собраны въ таблицахъ *C* и *D*, соотвѣтствующихъ деревьямъ I и II Просматривая найденныя цифры, мы замѣчаемъ, во первыхъ, что сопротивляемость дерева скалыванію далеко не всегда уменьшается съ увеличеніемъ влажности; для разсматриваемаго случая имѣетъ мѣсто обратное соотношеніе. Большая часть образцовъ показала меньшее напряженіе при скалываніи въ совершенно сухомъ состояніи [20]). Во вторыхъ, колебанія въ измѣненіи величины, вмѣстѣ съ высушиваніемъ довольно значительно и не выясняетъ какую либо законность явленія. Полученный результатъ стоитъ до извѣстной степени въ противорѣчіи съ принятыми воззрѣніями на вліяніе влажности. Конечно, дѣлать точный выводъ на основаніи имѣющагося матеріала я не могу, но полагаю, что считать невозможнымъ убываніе сопротивленія при очень малыхъ степеняхъ влажности нѣтъ основанія; надо

[20]) Считаемъ нужнымъ напомнить, что подъ совершенно сухимъ деревомъ понимаемъ дерево, высушенное приблизительно при 100° С.

имѣть въ виду, что дерево становится при этихъ условіяхъ мало упругимъ и въ значительной степени хрупкимъ. Кривыя, изображенныя на чертежѣ 9, получены какъ разъ при послѣднихъ опытахъ и даютъ діаграммы для влажныхъ (а) и сухихъ (в) образцовъ изъ дерева *I*. Возвращаясь къ таблицамъ *C* и *D*, опредѣлимъ среднія величины отношенія

$$m = \frac{k_2 - k'_2}{\varphi},$$

если k_2 и k'_2 — временное сопротивленіе для влажныхъ и сухихъ образцовъ. Будемъ имѣть

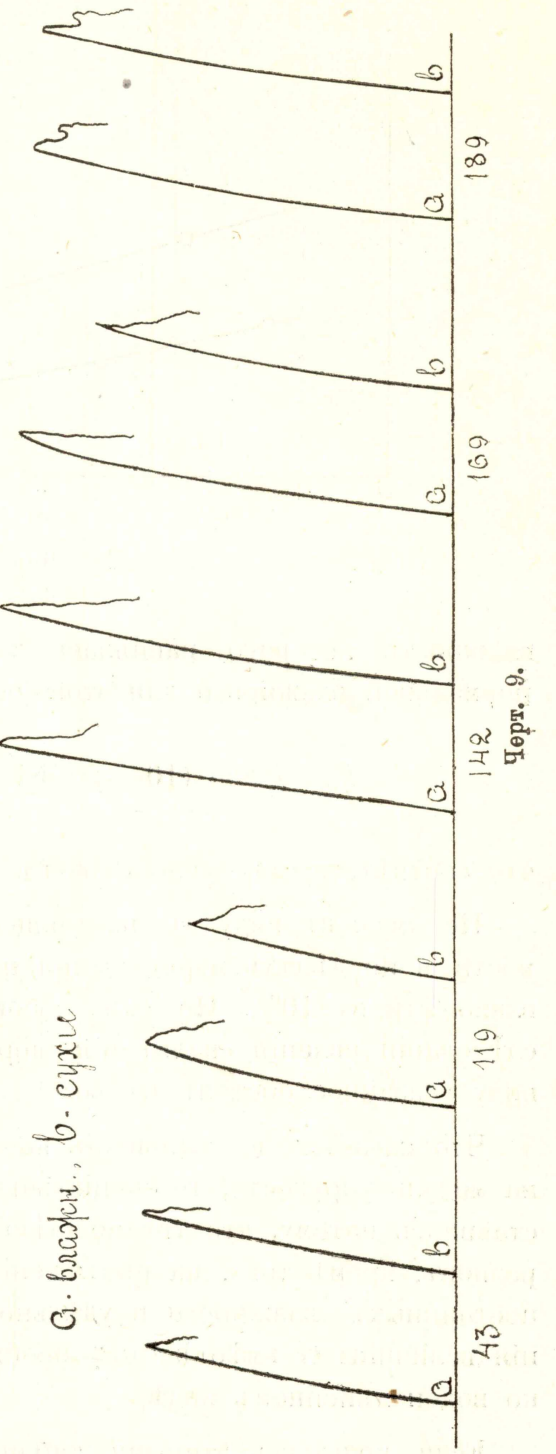
Дерево I.

Отрѣзъ 4 — $m = 0{,}31$ клг/см.^{2}
„ 15 — $m = 0{,}70$ „
„ 21 — $m = 0{,}93$ „

Дерево II.

Отрѣзъ 7 — $m = 0{,}94$ клг/см.^{2}
„ 11 — $m = 1{,}03$ „
„ 18 — $m = 1{,}40$ „

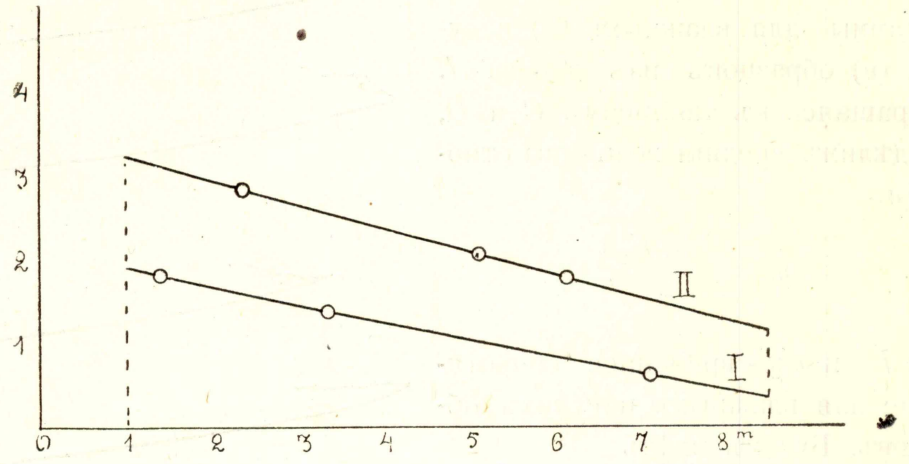
Легко видѣть, что убываніе сопротивленія на 1% влажности возрастаетъ по мѣрѣ приближенія отъ отруба къ комлю. Откладывая въ выбранномъ масштабѣ по оси абсциссъ разстоянія, а по вертикали значенія m, получимъ двѣ прямыхъ I и II, т. е. можно принять, что m измѣняется обратно пропорціонально разстоянію отъ уровня почвы.



Черт. 9.

Въ такомъ случаѣ наибольшее уменьшеніе на 1% влажности будетъ 1.6 клг./см. для отрѣза 22 дерева II.

Если принять за нормальную влажность $\varphi = 10^0/_0$, то наибольшее отклоненіе отъ этого средняго значенія будетъ имѣть образецъ № 252,



Черт. 10.

влажность котораго равнялась $\varphi = 7^0/_0$. Напряженіе, отнесенное къ нормальной влажности для этого образца, было бы

$$k_{10} = k - m\ (10 - \varphi) = 87{,}5 - 3.1{,}6 = 82.7 \text{ клг./см.}^2,$$

что соотвѣтствуетъ отклоненію въ $5{,}5^0/_0$.

Не имѣя въ виду въ настоящей работѣ получить точныя зависимости, я не дѣлалъ перечисленія полученныхъ напряженій къ одной влажности въ $10^0/_0$. Но само собою понятно, при дальнѣйшемъ изслѣдованіи явленія скалыванія дерева необходимо будетъ имѣть въ виду указанное обстоятельство.

Что касается до выясненія вопроса о вліяніи степени влажности на модуль упругости, то спеціальные опыты въ этомъ направленіи не ставились потому, что трудно было производить сушку длинныхъ образцовъ; кромѣ того, на протяженіи одного метра нельзя говорить о постоянныхъ влажности и удѣльномъ вѣсѣ. Для опредѣленія измѣненія величины G вмѣетѣ съ φ необходимо ставить опыты въ нѣсколько водоизмѣненномъ видѣ.

Если, пользуясь данными таблицъ A и B, составить среднія величины для каждаго отрѣза, то получимъ таблицы VI (дерево I) и VII (дер. II).

ТАБЛИЦА VI.

Отрѣзъ.	Удѣльн. вѣсъ.	Толщина год. слоя мм.	Модуль упругости клг./см.²	Напряженія.	
				K_1 клг./см.²	K_2 клг./см.²
1	0,384	0,72	6160	43,3	74,2
3	0,394	0,71	6130	47,2	78,0
6	0,420	0,73	6420	46,7	77,5
9	0,417	0,75	6580	46,5	80,5
12	0,460	0,75	6900	49,3	75,2
14	0,455	0,75	7620	51,6	82,4
17	0,478	0,77	7550	52,3	89,1
20	0,506	0,79	7590	51,1	90,7
22	0,523	0,83	8400	61,3	102,5

ТАБЛИЦА VII.

Отрѣзъ.	Удѣльн. вѣсъ.	Толщина год. слоя мм.	Модуль упругоети клг./см.²	Напряженія.	
				K_1 клг./см.²	K_2 клг./см.²
1	0,396	0,88	6940	43,6	76,0
3	0,408	0,88	7220	42,9	78,6
6	0,410	0,89	6940	41,5	74,9
9	0,416	0,89	7180	45,3	81,0
12	0,426	0,87	7880	49,8	84,0
14	0,443	0,90	8050	50,0	85,0
17	0,458	0,96	7540	50,5	82,0
20	0,474	0,98	7690	52,0	82,3
22	0,500	1,00	8830	55,7	98,0

Для ясности измѣненіе этихъ величинъ вмѣстѣ съ измѣненіемъ разстоянія отрѣза отъ комля представлены въ видѣ кривыхъ на черт. 11 (дер. I) и черт. 12 (дерево II). Здѣсь подтверждается общій законъ что удѣльный вѣсъ дерева увеличивается по мѣрѣ приближенія къ комлю при чемъ увеличеніе въ послѣднемъ отрѣзѣ наибольшее. Здѣсь же, кстати сказать, проявляется и наибольшая смолистость. Приблизительно параллельно кривой удѣльнаго вѣса проходятъ кривыя временнаго сопротивленія и модуля упругости. Это обстоятельство наводитъ на мысль, что между величинами G, k и Δ существуетъ нѣкоторое постоянное отношеніе. Дѣйствительно, изъ таблицъ VI и VII находимъ.

ТАБЛИЦА № VIII.

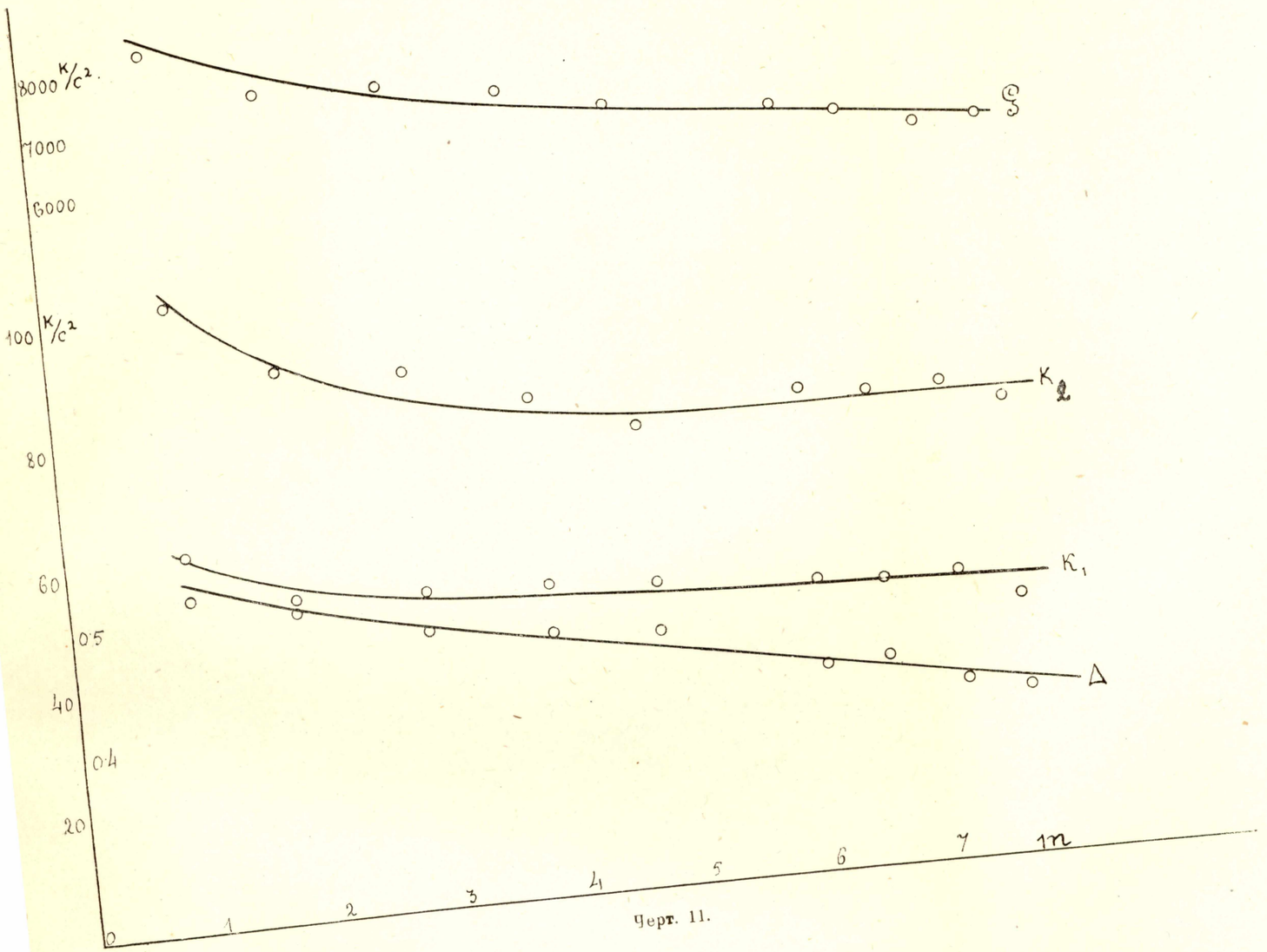
Отрѣзъ.	Дерево I.			Дерево II.		
	$g : k_2$.	$k_2 : 100\,\Delta$.	$k_2 : k_1$	$g : k_2$.	$k_2 : 100\,\Delta$.	$k_2 : k_1$.
1	8,27	1,93	1,77	9,13	1,92	1,74
3	7,86	1,98	1,65	9,19	1,92	1,83
6	8,29	1,85	1,67	9,27	1,83	1,80
9	8,31	1,90	1,70	8,87	1,95	1,78
12	9,18	1,64	1,52	9,33	1,96	1,69
14	9,29	1,80	1,61	9,46	1,92	1,70
17	8,47	1,86	1,70	9,20	1,84	1,63
20	8,36	1,80	1,78	9,33	1,74	1,58
22	8,19	1,96	1,67	9,04	1,95	1,75
Среднее	8,47	1,86	1,68	9,20	1,89	1,72

Такимъ образомъ, можно считать приблизительно дня обоихъ деревьевъ.

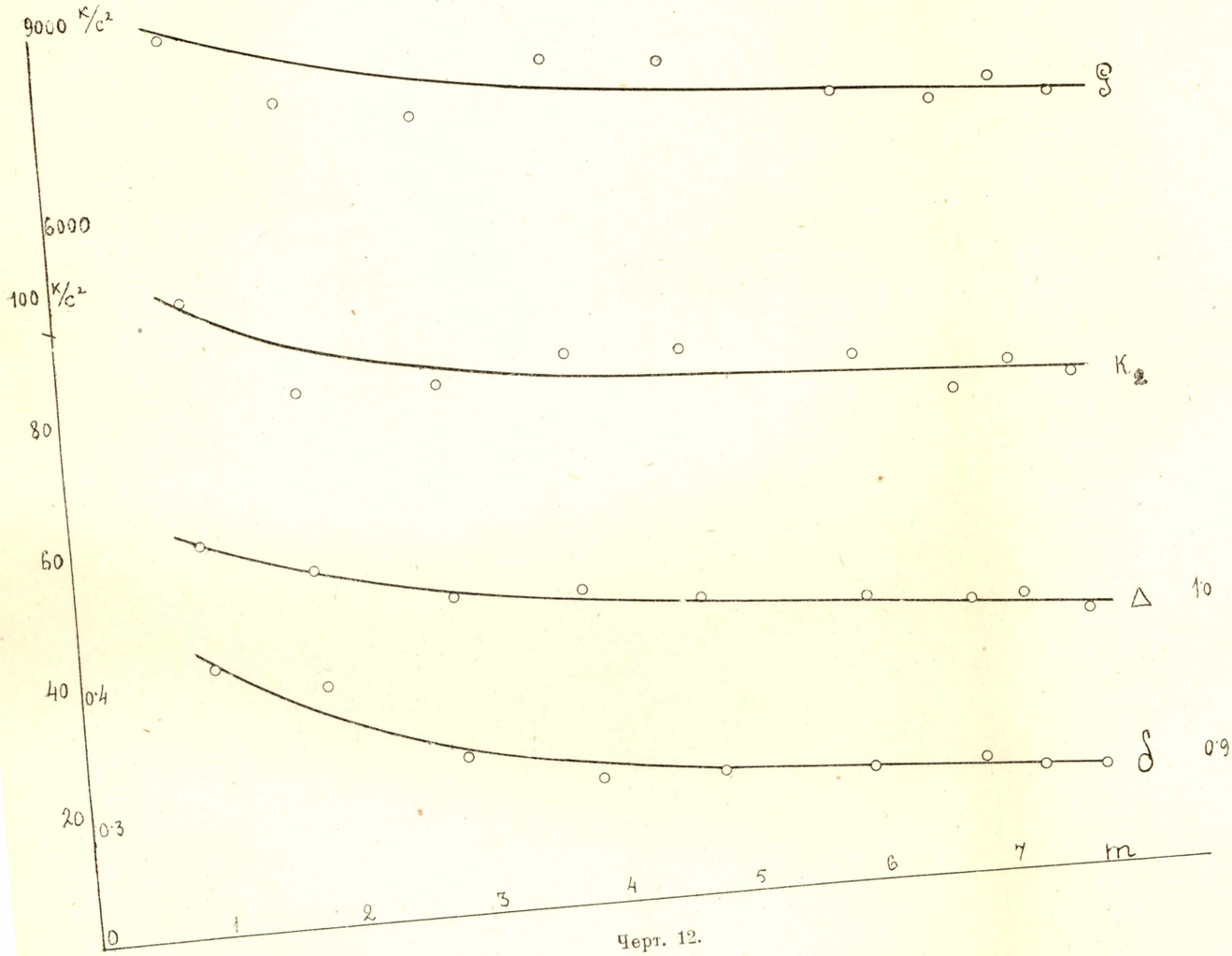
$$k_2 \approx 1.7\, k_1 \text{ и } k_2 \approx 190\ \Delta.$$

Какъ указывалось выше, сопротивляемость дерева сжатію изучена для многихъ сортовъ его достаточно хорошо. Поэтому представляетъ несомнѣный интересъ въ томъ, какая зависимость имѣется между сопротивленіемъ сосны скалыванію и раздробленію. При разбивкѣ деревьевъ были предусмотрѣны эти опыты и отставлены для нихъ по 4 отрѣза. Изъ нихъ выпиливались бруски длиною 12 см. при квадратномъ основаніи 6×6 см.^{2}, т. е. принято было отношеніе высоты къ сторонѣ основанія равнымъ 2. Такая высота была выбрана умышлено, дабы имѣть возможность установки деликатнаго аппарата для нахожденія модуля упругости E перваго рода. Раздробленіе производилось на прессѣ *Amsler*'а мощностью 60 тоннъ. Деформаціи отсчитывались помощью секторнаго прибора *Bach*'а. Полученные результаты собраны въ таблицахъ E и F, соотвѣтственно для деревьевъ I и II. Напряженія, какъ и модуль упругости, увеличиваются съ приближеніемъ къ комлю.

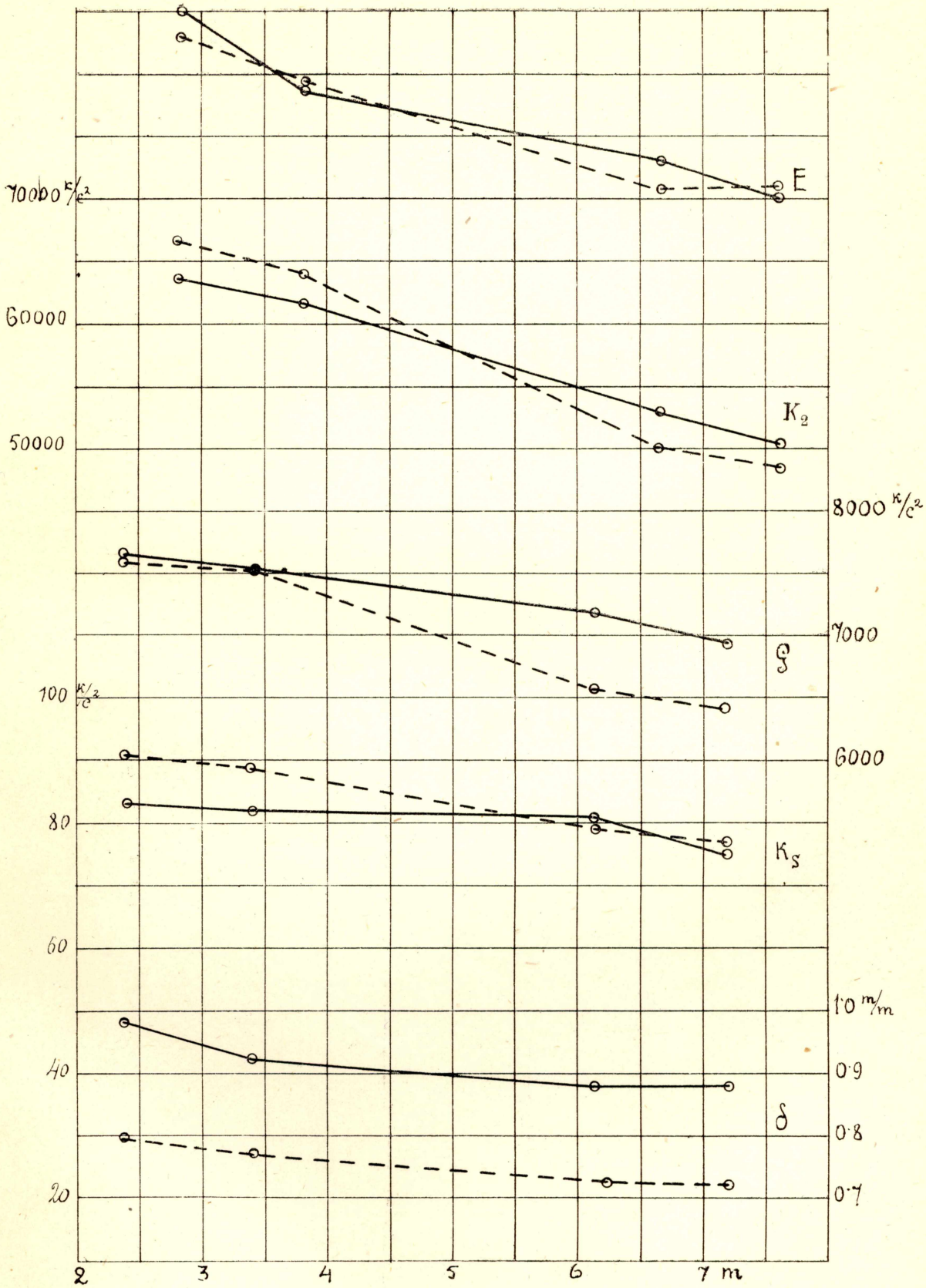
Если подсчитать среднія данныя по отрѣзамъ, то получимъ таблицу IX.



черт. 11.



Черт. 12.


70000 к/см²
60000
50000
100 к/см²
80
60
40
20
E
K₂
Q
Kₛ
δ
8000 к/см²
7000
6000
1·0 м/м
0·9
0·8
0·7
2
3
4
5
6
7 м

Черт. 13.

ТАБЛИЦА IX.

Отрѣзъ.	Дерево I напряженія		Модуль.	Дерево II напряженія.		Модуль.
	k_1 клг./см.².	k_2 клг./см.²	клг./см.²	k_1 клг./см.²	k_2 клг./см².	клг./см².
5	350	486	72000	360	505	70070
8	340	492	71900	358	531	76000
16	423	639	88600	345	566	87100
19	374	664	95600	365	636	101100

Какъ и слѣдовало ожидать, сопротивленіе дерева увеличивается отъ отруба къ комлю. Тоже наблюдается и съ модулемъ упругости. На чертежѣ 13 показаны измѣненія величинъ E и k_2 съ измѣненіемъ расположенія отъ комля. Пунктирныя линіи относятся къ дереву I, сплошныя къ дереву II. Для наглядности на томъ же чертежѣ нанесены линіи, представляющія измѣненія модуля упругости второго рода G, временнаго сопротивленія срѣзанію k_s и толщины δ годовыхъ колецъ. Эти величины взяты для ближайшихъ къ 5, 8, 16 и 19 отрѣзовъ 6, 9, 17 и 20. Направленіе линій указываетъ на связь между собою представленныхъ величинъ. Напряженіе k_1, соотвѣтствующее предѣлу пропорціональности, подсчитано приблизительно въ виду тѣхъ обстоятельствъ, о которыхъ упоминалось по поводу опытовъ на скручиваніе. Не безынтересно отмѣтить, что отношеніе между временнымъ сопротивленіемъ при сжатіи и крученіи примѣрно постоянно и равно отношенію между напряженіями при предѣлѣ пропорціональности. Это можно видѣть изъ слѣдующей таблицы X, дающей сопоставленіе указанныхъ соотношеній. Для возможности сравненія взяты средніе данныя для образцовъ совпадающихъ по направленію въ двухъ сосѣднихъ отрѣзахъ на сжатіе и скручиваніе.

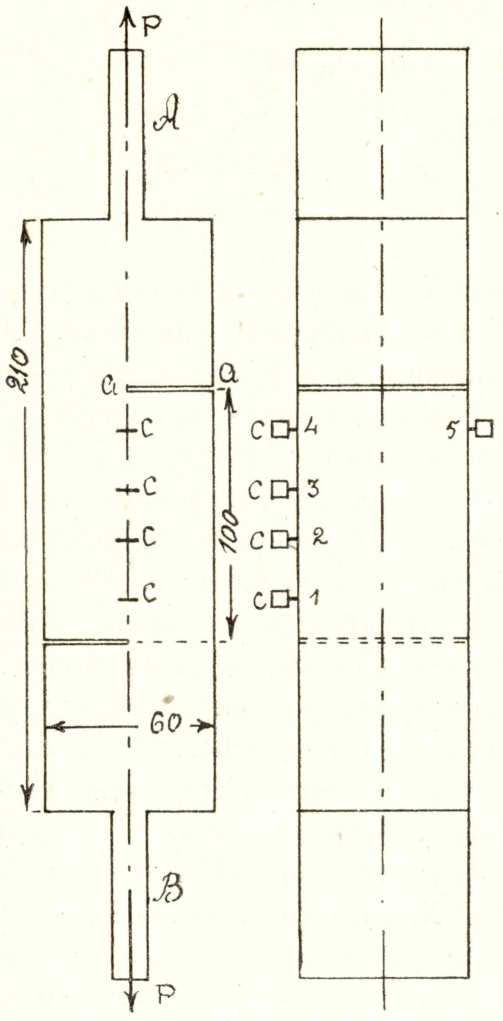
ТАБЛИЦА X.

Отрѣзъ.		Дерево I.		Дерево II.	
Сжат.	Круч.	Предѣлъ пропорц.	Разрушеніе.	Предѣлъ пропорц.	Разрушеніе.
5	6	7,5	6,3	8,0	7,3
8	9	7,3	6,2	7,9	6,4
16	17	7,4	7,2	6,8	6,9
19	20	7,4	7,4	7,0	7,7
Среднее . .		7,4	6,8	7,3	7,1

т. е. въ среднемъ получается около семи.

Научно-техническая библиотека

Наконецъ, сравнивая подобнымъ же образомъ между собою модули перваго и второго рода, замѣчаемъ что отношеніе между E и G колеблется сравнительно мало, возрастая отъ отруба къ комлю.



Черт. 14.

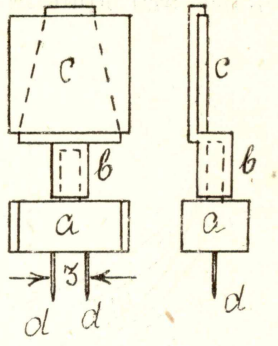
ТАБЛИЦА XI.

Отрѣзъ.		Деревв II.	Дорево I.
Сжат.	Круч.	E : G	E : G
5	6	10,8	10,2
8	9	11,8	10,6
16	17	11,2	11,5
19	20	13,3	13,2

и въ среднемъ можетъ быть взято около 11.

Желая пользоваться результатами опытовъ на скручиваніе при явленіяхъ срѣзанія, необходимо имѣть для сравненія цифры сопротивленія срѣзанію, полученныя изъ прямого опыта надъ нимъ. Выше указывалось на невозможность поставить такія наблюденія въ чистомъ видѣ, т. к. срѣзаніе неизбѣжно сопровождается изгибомъ. Кромѣ того, вслѣдствіе неизвѣстности закона распредѣленія напряженій можно получить лишь среднее значеніе для величины k_2. Рѣшено было тѣмъ не менѣе сдѣлать нѣсколько опытовъ для полученія такихъ цифръ. Сначала образцу придали форму, показанную на чертежѣ 14. Брусокъ квадратнаго сѣченія (приблизительно 6×6) имѣлъ болѣе тонкія части A и B, служившія для захвата въ машинѣ. Перпендикулярно волокнамъ на противоположныхъ сторонахъ дѣлались пропилы *aa*, съ такимъ разсчетомъ, чтобы подъ дѣйствіемъ силъ P, P происходилъ сдвигъ по плоскости AB. Длина скалыванія была 100 м/м. Въ точкахъ *c*, *c*, *c*, *c*, на разстояніи 2 см. другъ отъ друга устанавливались зеркала. Послѣднія укрѣплялись въ поддержкѣ, имѣвшей форму, указан-

ную на черт. 15 и сдѣланной ради уменьшенія вѣса изъ алюминія; обойма *b* могла вращаться на штифтѣ, составляющемъ одно цѣлое съ основаніемъ *a*, въ послѣднемъ были задѣланы иглы *d*, *d*, изображавшія ножки; втыкая послѣднія въ дерево, фиксировали положеніе зеркала. Разстояніе между ножками было 3 м/м. Зеркала устанавливались такъ, чтобы линія скалыванія проходила между иглами. При помощи трубъ со шкалами, установленными на разстояніи 2 метровъ отъ зеркалъ, наблюдались показанія, которыя были слѣдствіемъ совокупнаго дѣйствія сдвига и перекашиванія (работа производилась на 2-хъ тон. машинѣ *Amsler*'а). Нагрузка начиналась съ 50 клгр. и, увеличиваясь при каждомъ наблюденіи на 100 клгр., послѣ отсчета спускалась до 50 клг. Наибольшая нагрузка P=550 клгр. Изъ полученныхъ результатовъ брались среднія ариѳметическія, т. е. показанія на 100 клгр. Чтобы исключить вліяніе перекашиванія по окончаніи опыта въ описанной формѣ, при нагрузкѣ въ 50 клг.,—зеркала снимались и устанавливались вновь на тѣхъ же пунктахъ *c*—*c*, но съ поворотомъ основанія на 90°, т. е. въ новомъ положеніи иголки располагались вдоль по линіи *AB* между пропилами (черт. 14). Затѣмъ нагрузка и разгрузка шли такимъ путемъ, какъ и раньше: вычислялись среднія цифры, которыя были, конечно, меньше первыхъ. Разности. полученныя вычитаніемъ соотвѣтственно цифръ второго ряда изъ цифръ перваго, принимались, какъ величины пропорціональныя деформаціямъ сдвига, т к. явленіе имѣло мѣсто въ предѣлахъ упругости. Чтобы быть увѣреннымъ, что на другой сторонѣ бруска имѣетъ мѣсто аналогичное явленіе, устанавливалось зеркало въ пунктѣ e-5, соотвѣтствующемъ c-1. Производство опытовъ требовало большого напряженія вслѣдствіе кропотливости и трудности установки четырехъ зеркалъ и трубъ на такомъ маломъ пространствѣ; всѣ наблюденія повторялись. Результаты опытовъ надъ 6 образцами показали, что наибольшіе отсчеты даютъ крайнія зеркала, какъ это видно изъ нижележащей таблицы XII.

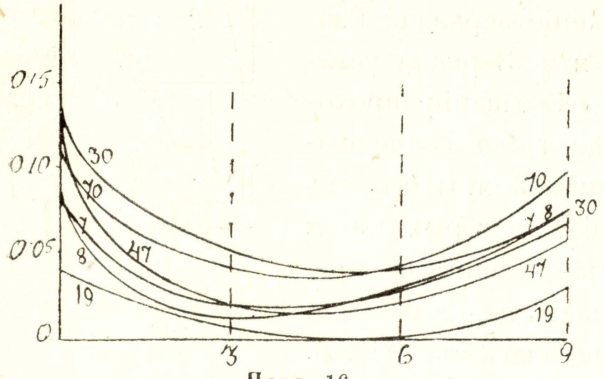


Черт. 15.

ТАБЛИЦА XII.

№	Разность показаній зеркалъ.				
	1	2	3	4	5
1	0,8	0,2	0,3	0,7	0,7
8	0,8	0,1	0,3	0,8	1,0
19	0,4	0,1	0,0	0,3	0,4
30	1,1	0,2	0,2	0,6	0,6
47	1,2	0,4	0,7	1,0	0,9
70	1,3	0,5	0,3	0,8	0,7

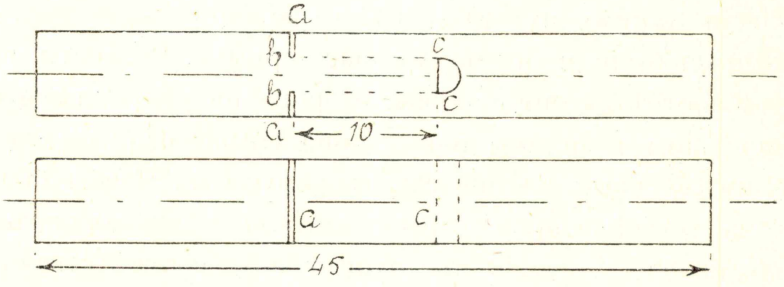
Если отложить въ выбранномъ масштабѣ эти величины, отнеся ихъ къ точкамъ 1—9, то получимъ кривыя, показанныя на черт. 16. Такъ какъ эти кривыя не позволяютъ вывести опредѣленно законъ распредѣленія напряженій, то дальнѣйшіе опыты въ этомъ направленіи были прекращены съ тѣмъ, чтобы выдѣлить ихъ въ самостоятельную задачу. Думается тѣмъ не менѣе, что полученный результатъ можно признать достаточнымъ, чтобы убѣдиться въ наличности максимума напряженій у a и b и минимума въ серединѣ.



Черт. 16.

Только что описанные опыты подтвердили наличность перекашиванія брусковъ и достаточно значительно.

Желая ослабить вліяніе этого обстоятельства на сопротивляемость при сдвигѣ, слѣдующія наблюденія производились надъ брусками нѣсколько иной формы, а именно, приготовленными по типу, приведенному на черт. 17. Здѣсь скалываніе должно происходить одновременно



Черт. 17.

по плоскостямъ bc—bc, на длинѣ также 100 м/м. Сравнивая между собою формы черт. 14 и 17, легко замѣтить, что при всѣхъ прочихъ одинаковыхъ условіяхъ изгибающій моментъ въ послѣднемъ случаѣ будетъ примѣрно на $60^0/_0$ меньше и, конечно, совершенно удаленъ быть не можетъ. Количество образцовъ для скалыванія не могло быть сдѣлано значительнымъ, такъ какъ здѣсь требовалось расположить плоскость скалыванія совершенно опредѣленнымъ образомъ, дабы гарантировать явленіе въ болѣе или менѣе приличномъ видѣ.

Цѣлый рядъ брусковъ пришлось отбросить, потому что при разрушеніи оказывались привходящія явленія, какъ напр., разрывъ нѣкото-

рыхъ волоконъ, сдвигъ по косому направленію, волнистость волоконъ и т. п. Всѣ эти обстоятельства искусственно увеличивали сопротивляемость дерева.

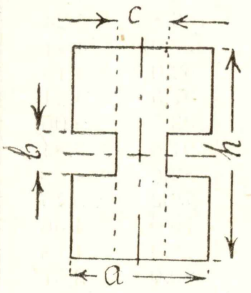
ТАБЛИЦА XIII.

ОБРАЗЕЦЪ.		НАПРЯЖЕНІЕ.		Отношеніе.	ОБРАЗЕЦЪ.		НАПРЯЖЕНІЕ.		Отношеніе.
Срѣзан.	Кручен.	Срѣзан.	Кручен.		Срѣзан.	кручен.	Срѣзан.	Кручен.	
№ 2	№ 2	17.1	78.1	4.56	88	86	18.2	94.5	5.19
5	4	15.0	65.5	4.36	89	89	20.2	91.9	4.54
7	6	17.9	81.1	4.53	90	88	19.5	91.9	4.72
9	7	15.3	75.5	4.93	92	90	16.2	79.8	4.92
10	8	14.8	61.7	4.16	96	94	20.0	77.7	3.89
11	9	17.8	84.0	4.72	97	95	14.0	70.3	5.02
14	11	15.9	68.7	4.33	101	98	18.8	87.2	4.63
15	12	17.4	62.7	3.60	102	99	16.7	65.7	3.93
18	16	20.0	71.2	3.56	104	100	17.0	65.2	3.83
26	25	17.3	67.4	4.02	105	101	19.7	69.5	3.54
28	27	19.3	87.0	4.50	114	110	18.3	89.2	4.86
37	38	18.0	89.3	4.96	116	112	13.2	67.9	5.14
44	42	16.3	57.0	3.50	117	111	19.0	87.4	4.60
45	43	18.0	74.4	4.13	123	118	18.1	88.0	4.86
48	46	13.5	63.3	4.68	125	121	25.2	106.8	4.24
55	53	17.3	88.1	5.09	128	125	16.3	72.0	4.41
62	60	18.0	74.5	4.14	133	128	15.0	62.0	4.13
69	67	20.0	90.7	4.53	135	130	18.6	97.5	5.24
70	68	19.4	77.2	3.98	137	132	18.5	93.5	5.05
71	69	20.5	90.1	4.45	139	137	23.7	91.0	3.84
72	70	20.4	79.7	3.90	145	141	18.4	82.0	4.45
73	71	16.9	80.7	4.66	150	146	20.3	76.2	3.75
78	76	17.7	91.5	5.17	153	149	16.6	76.0	4.56
79	77	21.3	61.3	3.63	156	154	15.3	73.3	4.78
80	78	19.7	83.6	4.25	161	158	22.4	80.0	3.57
81	79	14.3	55.7	3.89	167	165	22.5	88.6	3.94
83	81	18.4	82.0	4.25	166	164	22.0	95.5	4.34
86	84	16.9	71.2	4.71	172	169	17.5	61.0	3.40
87	85	15.0	62.9	4.20	178	175	21.5	91.8	4.26
								Среднее . . .	4.36

Въ таблицѣ XIII приведены результаты, полученные, для 58 образцовъ дерева I, взятыхъ, какъ видно, изъ различныхъ отрѣзовъ, т. е. на различной высотѣ. Для каждаго образца на выдергиваніе (скалываніе) подобранъ образецъ сосѣдняго отрѣза на скручиваніе, лежащій по одному направленію. Можно замѣтить, что отношеніе η между временными сопротивленіями для крученія и выдергиванія (среднее значеніе) хотя и не постоянно, но колеблется не много. Это обстоятельство подтверждаетъ правильность предположенія, что прочность дерева по отношенію къ срѣзанію можетъ быть опредѣлена изъ опытовъ на скручиваніе. Къ сожалѣнію цифра средняго временнаго сопротивленія, полученная изъ опытовъ на скалываніе, не можетъ характеризовать величины сопротивляемости, такъ какъ зависитъ отъ длины скалываемаго участка (до извѣстнаго предѣла). Поэтому и отношеніе, найденное въ таблицѣ XIII, правильно для длины скалыванія въ 100 м/м. Но

принимая во вниманіе, что для каждаго дерева можно найти эту предѣльную длину скалыванія, за которой уже величина средняго сопротивленія остается безъ измѣненія, очевидно возможно получить такое значеніе η, которое будетъ характеризовать данный сортъ лѣса.

Теорія плоскаго изгиба указываетъ, что при этого рода деформаціи въ матеріалѣ бруска развиваются касательныя напряженія. Если подобрать такого рода форму поперечнаго сѣченія, чтобы разрушеніе происходило вслѣдствіе развитія большихъ сдвигающихъ силъ, то возможно было бы подсчитать величину временнаго сопротивленія еще новымъ путемъ. Желая использовать это обстоятельство, рѣшено было изъ брусковъ 2 и 21 отрѣзовъ дерева II приготовить образцы для опытовъ на изгибъ. Для этой цѣли изъ каждаго бруска были вырѣзаны по три образца; поперечное сѣченіе имѣло видъ *двутавра* (черт. 18) съ малой высотой стѣнки и съ утолщенными полками; размѣры $a=$ $=14$—15 мм., $h=25$ м/м., $b=5$ м/м., с.$=6-7$ м/м., были подобраны такъ, чтобы разрушеніе происходило вслѣдствіе скалыванія по нейтральному слою.



Черт. 18.

Изломъ образца происходилъ такимъ образомъ, что онъ помѣщалса на двѣ опоры съ пролетомъ въ 140 м/м. Усиліе P прилагалось по срединѣ бруска; нагрузка постепенно увеличивалась до разрушенія. Подсчитывались напряженія по извѣстной зависимости.

$$k=\frac{3\ P\left(ah^2-b^2(a-c)\right)}{4\left(ah^3-(a-c)\ b^3\right)c}.$$

Въ таблицѣ G приведены результаты этихъ опредѣленій. Каждая цифра напряженій является средней изъ трехъ параллельныхъ опытовъ надъ матеріаломъ изъ одного и того же бруска. Отрѣзы 2, 21 расположены между—1 и 3, 20 и 22 отрѣзами, бруски изъ которыхъ служили матеріаломъ для опытовъ на скручиваніе. Если взять средніе величины напряженій въ образцахъ отрѣзовъ 1, 3, 20 и 22, соотвѣтствующихъ образцамъ таблицы G, и сравнить со средними значеніями послѣдней, то получимъ слѣдующую таблицу.

Т А Б Л И Ц А XIV.

Отрѣзъ.	Удѣльный вѣсъ.	Напряженіе k_s.	Отношеніе.
II	0,396	91,5 клг./см.^{2}	
I—III	0,403	77,0 „	1,19
XXI	0,482	108,2 „	
XX—XXII	0,487	90,1 „	1,20

Для отрѣзовъ, расположенныхъ на противоположныхъ концахъ деэдва, получаемъ одно и то же отношеніе между напряженіями найденными изъ опытовъ на изгибъ и опытовъ на скручиваніе. Первое оказывается на 20% выше второго напряженія. Такого рода различіе весьма просто объясняется наличностью тренія, которое необходимо преодолѣть для разрушенія бруска помощью изгиба. Къ сожалѣнію мы не знаемъ коэффиціента тренія и не можемъ внести соотвѣтственную поправку. Примѣрное соображеніе позволяетъ думать, что сила тренія приблизительно и будетъ около 20% величины k.

Если принять какъ законъ распредѣленія напряженій гиперболу, то можно изъ опыта на скалываніе вывести значеніе наибольшаго временнаго сопротивленія. По моей просьбѣ В. Мраморновымъ было сдѣлано нѣсколько опытовъ надъ дощечками, взятыми изъ разныхъ мѣстъ дерева II. Поверхность скалыванія намѣчалась какъ въ брускѣ, указанномъ на черт. 14, но малой толщины. Линія AB должна итти по одному и тому же слою.

Каждая цифра есть среднее изъ 2—3 наблюденій. Количество опытовъ не велико, т. к., уже не хватило матеріала, а главно потому, что весьма трудно подобрать строго прямослойные бруски, почему многіе изъ нихъ браковались. Чтобы можно было сравнить полученныя такимъ образомъ цифры съ данными, найденными изъ опытовъ на скручиваніе, каждому бруску отыскивались соотвѣтствующіе въ отрѣзахъ для скручиванія; при этомъ въ условіе ставилось, чтобы по возможности сравниваемые бруски лежали въ одномъ направленіи по длинѣ дерева. Въ таблицѣ XV приведены результаты указанныхъ опытовъ.

ТАБЛИЦА XV.

Скалываніе.			Скручиваніе.		
Отрѣзъ.	Образецъ	Напряж.	Отрѣзъ.	Образецъ.	Напряж.
		клг/см.²			клг/см.²
IV	25	81	VI	53	80,0
	26	78,0		54	83,4
	28	77,0		56	69,9
	32	69,6		60	72,0
	33	81,5		64	85,0
	37	77,0		68	82,5
	38	86,0		44	87,0
	43	86,0		49	75,0
	45	84,8		51	84,0
X	76	83,6	IX	85	87,5
	77	81,0		81	79,6
	90	88,4		106	98,0
	91	76,3		107	71,6
XIII	129	82,8	XIV	153	89,4
XVIII	189	98,0	XVII	194	93,8
XXII	231	105,0	XXII	232	97,2
	254	108,0		253	109,5
	260	107,0		259	115,5

Само собою понятно, что ожидать полнаго совпаденія нельзя уже потому, что дерево слишкомъ не однородный матеріалъ. Но различіе, которое устанавливается изъ таблицы XV, не велико и во всякомъ случаѣ даетъ основаніе полагать, что опыты въ этомъ направленіи желательны. [21])

Можетъ еще возникнуть вопросъ объ измѣненіи величины этого временнаго сопротивленія въ поперечномъ сѣченіи съ измѣненіемъ разстоянія отъ центра. Въ этомъ отношеніи слѣдуетъ отмѣтить, что совершенно точной закономѣрности установить нельзя. На черт. 19 приведены діаграммы, дающія теченіе величинъ k_2 (сплошныя линіи), удѣльный вѣсъ Δ (малый пунктиръ) и G (крупный пунктиръ) для отрѣзовъ 1, 3, 6, 9, 12, 14 и 17 дерева I, и 1, 3, 6, 12 и 17 дерева II. Направленіе взято отъ центра сѣченія на югъ. На черт. 20 аналогичныя діаграммы даны для отрѣзовъ 1, 12 и 22 дерева I. 3, 12 и 17 дерева II; направленіе отъ центра на востокъ.

Въ общемъ замѣчается слѣдующая особенность: временное сопротивленіе не слѣдуетъ за измѣненіемъ удѣльнаго вѣса, а скорѣе наоборотъ; между тѣмъ, просматривая измѣненія по длинѣ ствола, мы отмѣтили то обстоятельство, что временное сопротивленіе увеличивается вмѣстѣ съ увеличеніемъ удѣльнаго вѣса (черт. 11). Далѣе наименьшее значеніе временнаго сопротивленія вдоль радіуса получается между сердцевиной и лубочной частью. Приблизительно то же наблюдается и на діаграммахъ черт. 20.

Изложенное выше можетъ привести къ заключеніямъ такого рода.

Испытаніе на скручиваніе даетъ величину наименьшаго сопротивленія скалыванію; временное сопротивленіе k_2 измѣняется съ положеніемъ въ стволѣ; между временнымъ сопротивленіемъ скручиванію и сжатію возможно существованіе простой зависимости, равно какъ между модулями E и G для одного и того же дерева. Желательно при опытахъ для опредѣленія механическихъ свойствъ дерева вести параллельно опыты на скручиваніе, при чемъ надлежитъ выяснить вліяніе степени влажности на различные факторы, опредѣляющіе эти механическія свойства.

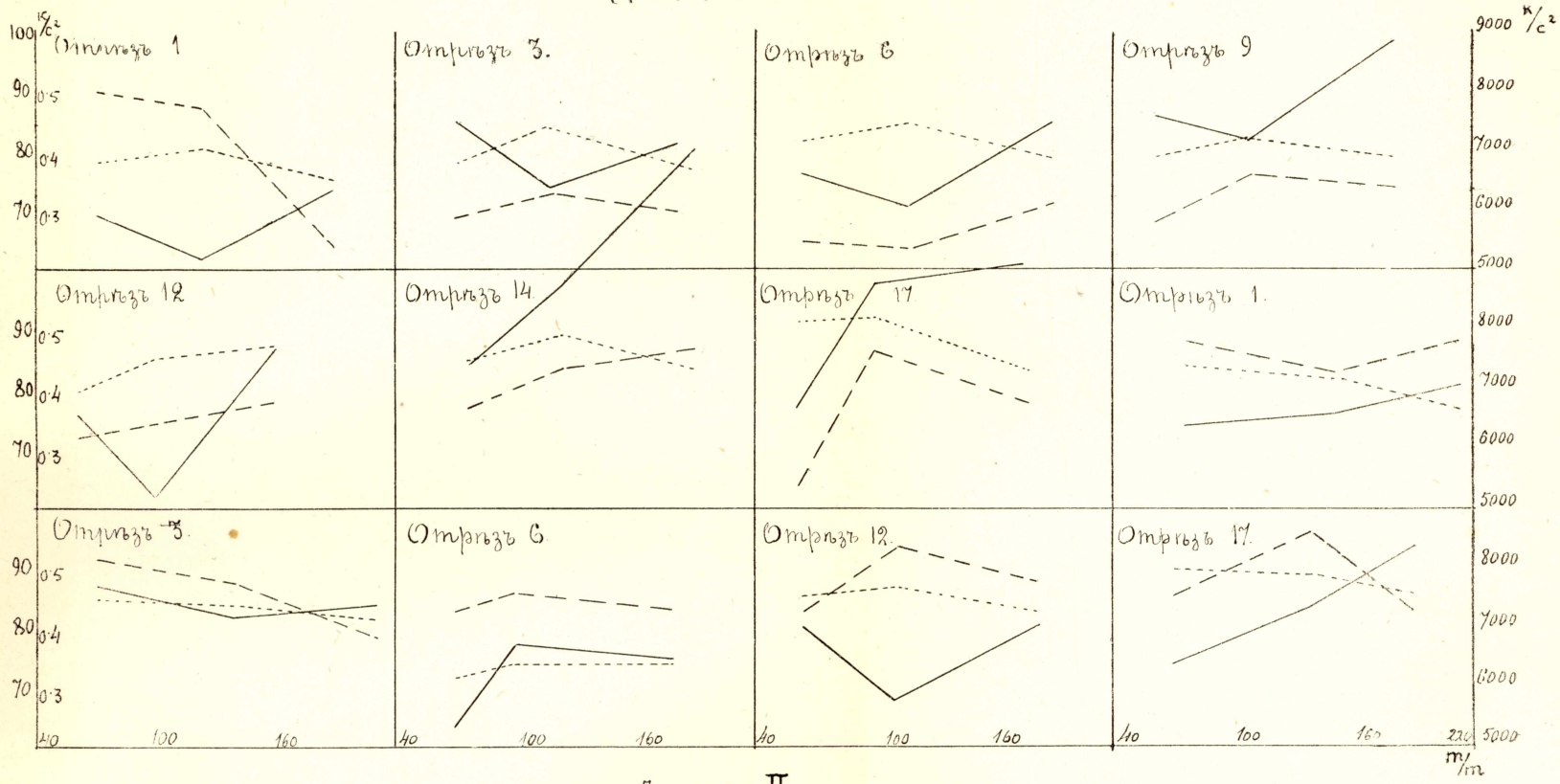
Считаю долгомъ высказать мою благодарность помошнику моему по механ. лаборат. Т. Т. И. инженеръ-механику А. П. Малышеву, который оказывалъ мнѣ большое содѣйствіе при производствѣ опытовъ.

И. Бобарыковъ.

Апрѣля 1914 года
г. Томскъ.

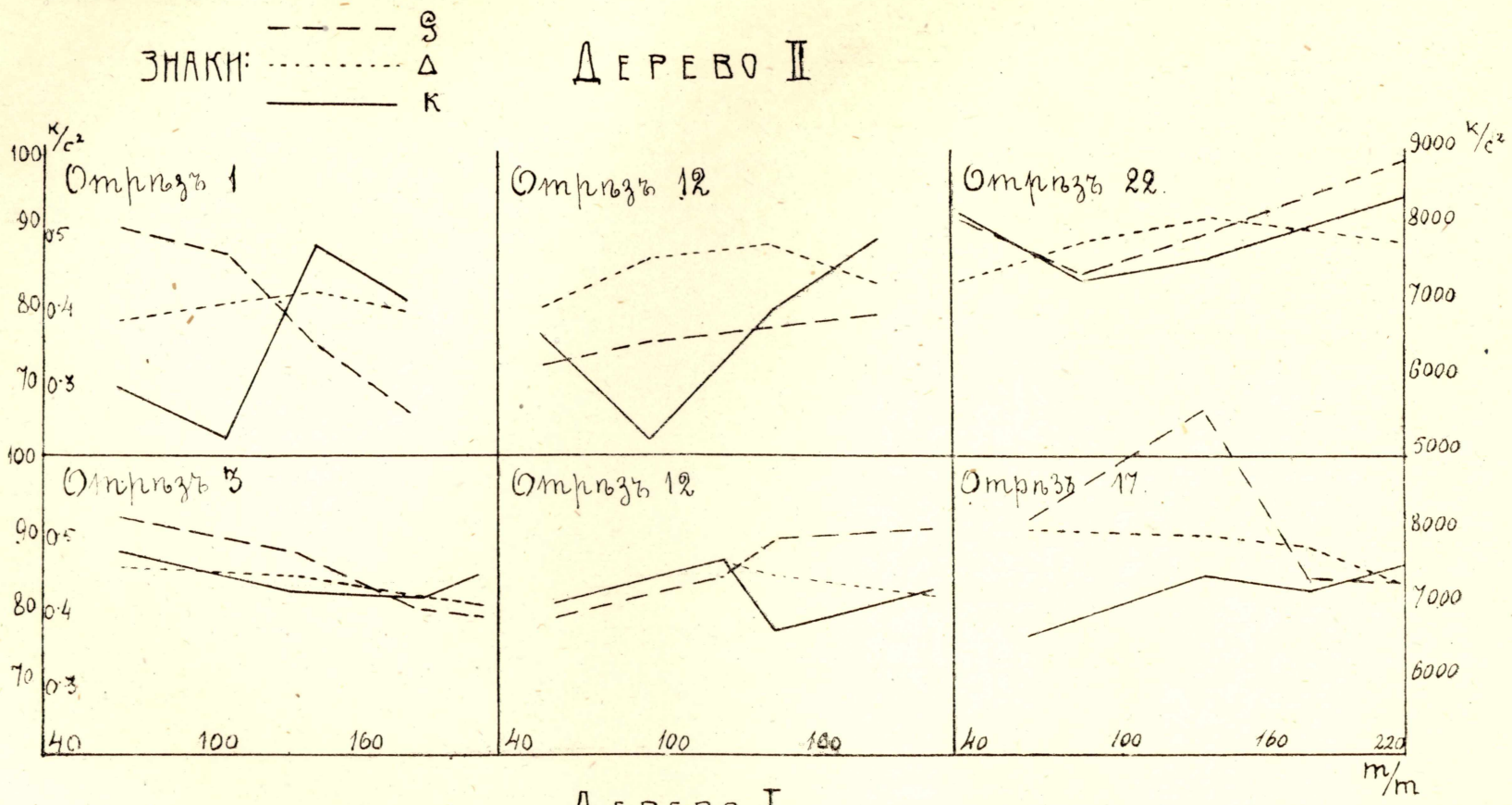
[21]) Такое изслѣдованіе и намѣчается въ Механ. Лабор. Т. Т. И. въ ближайшемъ будущемъ для дуба, лиственницы и березы.

Дерево I



Дерево II.

Черт. 19.


ЗНАКИ:
ϱ
Δ
K
Дерево II
Отрѣзъ 1
Отрѣзъ 12
Отрѣзъ 22
Отрѣзъ 3
Отрѣзъ 12
Отрѣзъ 17
K/c²
100
90
80
70
0·5
0·4
0·3
9000
8000
7000
6000
5000
40
100
160
220
m/m
Дерево I

Черт. 20.

Таблица А.

Отрѣзъ.	Образецъ.	Удѣльн. вѣсъ.		Влажность 0/0 0/0.	Отношеніе $\frac{100\,(\Delta_1-\Delta)}{\varphi}$	Напряженіе		Модуль упругости klg/cm²	Толщина год. слоя mm.	Примѣчаніе.
		Влажн.	Сухого.			K_1 klg/cm²	K_2 klg/cm²			
I	2	0,418	0,390	11,2	0,250	35,3	78,1	8240	0,42	
	3	0,408	0,380	11,4	0,245	43,2	74,4	5285	0,44	
	4	0,412	0,382	12,7	0,236	?	65,5	?	0,81	Сучекъ.
	5	0,408	0,383	11,9	0,210	43,9	68,0	6745	0,52	
	6	0,407	0,378	11,1	0,261	42,5	81,1	5590	0,44	
	7	0,409	0,380	10,6	0,273	34,0	75,5	5075	1,08	Сучекъ.
	8	0,419	0,391	10,4	0,269	40,5	61,7	?	1,35	
	9	0,415	0,391	10,9	0,220	38,8	84,4	5430	0,41	
	10	0,413	0,3[illegible]	7,8	0,256	45,8	85,5	5995	0,54	
	11	0,413	0,382	10,8	0,287	34,4	68,7	8020	1,51	
	12	0,424	0,400	10,1	0,238	41,5	62,3	7690	0,72	
	13	0,373	0,349	9,3	0,258	35,3	74,3	5285	0,57	
	14	0,427	0,401	10,2	0,254	34,0	62,3	6100	0,70	Неб. трещина.
	16	0,407	0,377	10,4	0,288	40,8	71,2	5370	1,11	
	17	0,444	0,420	11,1	0,217	48,3	88,3	6505	0,73	
	18	0,389	0,367	9,4	0,234	51,6	81,3	5550	0,55	
	19	0,419	0,395	9,3	0,258	33,7	67,5	5415	0,55	
	20	0,404	0,378	8,9	0,292	50,6	84,4	6325	0,52	
III	21	0,461	0,440	7,2	0,293	36,0	70,0	5910	0,50	
	22	0,429	0,410	7,6	0,250	49,0	74,0	5850	0,40	
	24	0,393	0,374	8,0	0,238	45,3	80,4	6627	0,44	
	25	0,416	0,394	9,0	0,244	57,4	75,8	6160	0,82	
	26	0,395	0,375	9,0	0,222	42,6	69,5	6130	1,16	
	27	0,425	0,406	8,4	0,226	56,0	87,10	5963	0,50	
	31	0,420	0,400	8,7	0,230	43,0	72,5	6163	0,88	
	32	0,380	0,360	8,1	0,247	48,0	92,0	6027	0,55	
	33	0,387	0,367	7,7	0,260	56,3	72,8	6070	0,44	
	34	0,396	0,377	8,4	0,227	37,4	8[illegible],0	5860	1,73	
	35	0,465	0,444	7,1	0,295	49,5	74,0	6308	0,86	
	36	0,392	0,378	6,5	0,216	47,7	81,4	5990	0,53	
	38	0,443	0,419	6,5	0,216	56,0	89,3	6810	0,75	
	39	0,452	0,435	7,1	0,239	53,3	85,0	5780	0,81	
	40	0,385	0,368	6,8	0,250	44,1	82,0	6510	0,50	
	42	0,381	0,364	6,5	0,262	36,0	57,0	6000	0,50	
VI	43	0,457	0,427	10,6	0,283	43,7	74,4	6060	0,42	
	44	0,475	0,453	8,8	0,250	63,5	90,9	6415	0,44	
	45	0,448	0,427	10,0	0,210	43,5	80,0	6100	0,44	
	48	0,475	0,450	9,4	0,266	46,5	63,3	5175	1,16	
	51	0,420	0,400	8,0	0,250	45,5	92,7	6250	0,44	Смол. гнѣздо.
	52	0,426	0,405	8,6	0,244	53,5	70,0	5370	1,19	
	53	0,450	0,428	9,1	0,242	37,8	88,1	6200	0,88	
	54	0,402	0,377	9,9	0,253	43,0	75,3	6820	0,60	
	55	0,438	0,415	10,9	0,211	56,4	82,1	6020	0,45	
	56	0,437	0,417	8,2	0,244	36,0	76,0	5490	1,72	
	57	0,478	0,458	9,4	0,213	32,3	70,6	5450	1,04	
	58	0,414	0,392	9,6	0,229	43,5	85,0	6125	0,51	
	60	0,460	0,439	9,5	0,221	28,6	52,4	5645	0,72	
	61	0,440	0,410	10,6	0,283	48,0	63,0	7445	1,06	Суч. въ головк
	62	0,470	0,436	10,6	0,323	44,3	74,5	8070	0,82	
	63	0,425	0,399	10,5	0,247	58,6	77,2	5930	0,50	
	64	0,470	0,439	10,6	0,292	45,9	75,3	8430	0,69	
	65	0,461	0,434	11,0	0,245	58,6	86,3	8020	0,57	
	66	0,421	0,398	10,3	0,223	48,0	80,0	6360	0,55	
	67	0,432	0,405	10,8	0,250	57,9	90,8	7130	0,47	
	68	0,457	0,434	11,0	0,209	46,9	72,2	6200	0,60	

Отрѣзъ.	Образецъ.	Удѣльн. вѣсъ. Влажнаго.	Удѣльн. вѣсъ. Сухого.	Влажность 0,0 %.	Отношеніе $\frac{100\,(\Delta_1-\Delta)}{\varphi}$	Напряженіе. K_1 klg/cm²	Напряженіе. K_2 klg/cm²	Модуль упругости klg/cm²	Толщина год. слоя mm.	Примѣчаніе.
IX	69	0,436	0,407	10,8	0,268	46,9	90,1	6200	0,52	
	70	0,443	0,416	10,5	0,267	58,3	79,7	5560	0,54	
	71	0,472	0,438	11,7	0,290	44,0	80,7	7370	1,07	
	72	0,432	0,417	7,1	0,212	53,8	65,1	5820	1,35	
	74	0,426	0,399	10,8	0,250	58,6	92,9	6040	0,46	
	75	0,485	0,447	12,6	0,302	38,2	95,9	6950	1,04	
	76	0,465	0,433	12,5	0,256	36,2	91,5	6320	1,02	
	77	0,400	0,384	6,9	0,232	55,4	61,3	7570	0,52	
	78	0,443	0,422	10	0,210	50,8	83 6	7330	0,54	
	79	0,404	0,390	7,0	0,200	35,8	55,7	5500	0,88	
	80	0,452	0,422	10,5	0,285	36,0	82,0	6550	0,81	
	81	0,417	0,390	9,6	0,282	35,6	98,9	6400	0,47	
	83	0,442	0,421	8,9	0,235	54,7	62,6	8300	0,68	
	84	0,439	0,421	7,7	0,234	63,3	71,2	6460	0,98	
	85	0,461	0,445	7,7	0,208	55,0	62,9	7220	0,98	
	86	0,425	0,393	10,5	0,305	36,2	94,5	6910	0,50	
	88	0,464	0,438	10,6	0,246	35,3	91,9	7950	0,58	
	89	0,420	0,393	9,9	0,273	43,0	87,0	5640	0,51	
XII	90	0,487	0,467	8,0	0.250	69,0	79,8	6580	0,76	
	92	0,537	0,514	8,5	0,270	34,6	70,3	4640	0,54	
	93	0,457	0,437	8,3	0,242	55,7	63,7	7620	0,54	
	94	0,443	0,426	8,5	0,200	58,3	77,7	6530	0,58	
	95	0,467	0,438	9,5	0,200	43,0	70,3	6680	0,50	
	97	0,466	0,450	7,9	0,203	53,8	73,1	6500	0,78	
	98	0,497	0,478	8,8	0,216	54,0	87,9	7330	0,53	
	99	0,494	0,470	8,8	0,263	50,1	65,7	6780	1,06	
	100	0,464	0,446	8,7	0,207	35,6	65,2	6900	1,13	
	101	0,493	0,475	8,4	0,214	38,6	69,5	7560	0,52	
	102	0,461	0,442	8,1	0,235	66,1	81,5	8360	0,47	
	103	0,414	0,396	7,9	0,228	44,0	76,0	6200	1,32	
	104	0,486	0,463	8,4	0,274	46,3	61,8	6450	0,48	
	105	0,500	0,483	8,3	0,205	42,8	86,6	6820	1,13	
	109	0,483	0,470	5,0	0,260	42,8	78,8	6820	0,74	
	110	0,447	0,430	7,3	0,233	50,2	89,2	6920	0,89	
	111	0,490	0,471	7,9	0,241	42,8	87,4	7200	0,61	
	112	0,479	0,457	8,4	0,262	60,4	67,9	7980	0,89	
XIV	115	0,497	0,478	7,7	0,247	58,3	79,6	6830	0,71	
	116	0,478	0,462	6,9	0,232	66,1	104,9	7630	0,52	
	117	0,448	0,430	7,9	0,228	58,3	83,5	7000	0,49	
	118	0,468	0,450	7,4	0,244	38,9	88,0	6930	0,78	
	119	0,439	0,420	7,2	0,264	56,7	78,9	6220	1,43	
	121	0,482	0,468	6,8	0,206	47,5	106,8	8830	0,53	
	122	0,443	0,427	7,0	0,230	56,0	113,0	7120	0,49	
	123	0,466	0,450	7 5	0,214	32,4	73,0	7500	0,82	
	125	0,495	0,477	7,6	0,237	48,0	72,0	8000	0.91	
	126	0,445	0,430	6,9	0.218	55,1	98,3	7440	0,54	
	128	0,410	0,395	7,0	0,214	48,0	62.0	6120	1,32	
	129	0,457	0,440	7,4	0,230	39,3	47,2	7220	1,14	
	130	0,514	0 497	7,7	0,221	55,7	97,5	8140	0,53	
	132	0,505	0,487	7,8	0,230	55,7	93,5	7690	0,70	
	134	0,510	0,487	7,9	0,295	57,1	91,0	8000	0,70	
	135	0,460	0,443	6,9	0,246	31,4	63,5	7390	0,61	
	136	0,492	0,476	7,4	0,216	63,7	97,5	7690	0,71	
	137	0,499	0,482	7,8	0,218	55,4	106,8	7940	0.61	
	138	0,470	0,453	7,0	0,243	55,7	103,3	7550	0,61	
XVII	139	0,470	0,448	8,3	0,265	47,2	96,3	7860	0,45	
	140	0,500	0,475	8,9	0,281	66,4	97,5	6550	0,75	
	141	0,525	0,503	9,3	0,237	57,4	82,0	7470	0,68	

Отрѣзъ.	Образецъ.	Удѣльн. вѣсъ. Влажнаго.	Удѣльн. вѣсъ. Сухого.	Влажность 0/0 0/0.	Отношеніе $\frac{100\ (\Delta_1 - \Delta)}{\varphi}$	Напряженіе. K_1 klg/cm$_2$	Напряженіе. K_2 klg/cm^2	Модуль упругости klg/cm^2	Толщина год. слоя mm.	Примѣчаніе.
	142	0,480	0,460	8,5	0,236	56,0	108,0	9 50	0,43	
	143	0,470	0,451	8,1	0,235	56,0	94,0	8000	0,47	
	144	0,520	0,502	8,3	0,217	40,5	54,8	7250	0,78	
	145	0,458	0,440	8,5	0,212	41,2	76,3	6450	1,25	
	146	0,4 2	0,445	8,3	0,205	41,0	76,2	6400	1,19	
	148	0,483	0,450	8,1	0,284	47,5	93 0	8220	0,48	
	149	0,515	0,497	8,9	0,202	42,2	76.0	7150	0,89	
	151	0,522	0,504	8,3	0,217	64,2	86,7	7880	0,51	
	153	0,447	0,430	8,2	0,208	49,0	65.3	6150	1,11	
	154	0,467	0,449	8.0	0,225	48,6	73,7	6730	1,35	
	155	0,507	0,487	8,5	0,236	49,3	88,5	7350	1,25	
	156	0,460	0,442	8,0	0,225	55,3	121,0	7680	0,53	
	157	0,520	0,500	8,4	0,238	47,7	100,0	9070	0,58	
	158	0,523	0,503	8,8	0,227	64,0	84,0	8000	0,78	
	160	0,571	0,547	9,2	0,261	67,3	95,5	7770	0,84	
	161	0,475	0,455	7,8	0,257	41,0	94.3	8270	0,58	
	162	0,492	0,470	8,2	0,268	55,7	91,5	7350	0,69	
	163	0,545	0,523	8,8	0,250	48,0	108,0	7400	0,73	
	164	0,521	0,502	8,2	0,232	63,7	95,5	7940	0,66	
XX	165	0,507	0,473	11,9	0,286	57,9	85,9	7450	0,64	
	166	0,550	0,520	12,1	0,248	61,8	95,5	7000	0,61	
	167	0,532	0,504	12,0	0,233	47,4	100,7	7720	0,83	
	168	0,520	0,488	12,0	0,266	38,8	100,9	7690	0,54	
	169	0 508	0,468	14,2	0,282	45,3	61,0	7090	0,95	
	170	0,511	0,482	13,0	0,223	46,9	80,1	6460	1,06	
	172	0,578	0,547	12,9	0,240	55,7	100,3	7940	0,48	
	175	0,533	0,500	12,8	0,257	46,9	91,8	7750	0,63	
	176	0,475	0,445	14,0	0,214	66,1	108,7	7890	0,74	
	177	0,546	0,516	12,2	0,246	46,9	77,2	7450	1,25	
	178	0,550	0,510	13,8	0,290	40,0	88,0	7680	1,16	
	179	0,467	0,438	11,1	0,261	55,3	90,9	6950	0,89	
	181	0,564	0,521	14,3	0,300	48,0	80,0	7110	0,98	
	183	0,598	0,560	13,2	0,288	48,0	83,1	7450	0,64	
	184	0,559	0,530	11,4	0,254	70,4	84,0	8090	0,81	
	185	0,584	0,546	13,2	0,288	48,6	101,2	9290	0,78	
	186	0,507	0,571	13,3	0,271	48,0	100,8	8170	0,64	
	187	0,543	0,508	12,0	0,292	48,3	102,5	7450	0,64	
XXII	188	0,476	0,453	10,0	0,230	46,6	93,7	8720	0,56	
	189	0,521	0,500	8,0	0,251	55,0	109,5	10400	0,60	
	190	0,544	0,536	8,4	0,214	54,1	112,0	8880	0,58	
	192	0,517	0,496	7,8	0,269	54,7	101,5	9030	0,94	
	193	0,517	0,499	8,0	0,225	47,7	86,3	7940	0,98	
	194	0,495	0,477	8,9	0,202	55,3	83,0	7450	1,19	
	195	0,529	0,505	7,9	0,304	71,2	106.8	7280	0,94	
	196	0,504	0,486	7,8	0,231	70,3	105,5	8470	0,64	
	197	0,529	0,512	8,3	0,205	73,0	112,3	8340	0,51	
	198	0,518	0,498	8,4	0,238	57,4	73,8	6990	0,91	
	199	0,446	0,431	7,2	0,208	42,6	91,5	8100	1,39	
	200	0,518	0,501	7,9	0,215	58,4	91,6	8280	1,19	
	201	0,545	0,527	9,0	0,200	95,0	129,5	7870	0.52	
	202	0,509	0,492	7,6	0,224	54,8	100,0	7750	0,56	
	203	0,531	0,512	8,0	0,238	64,0	95,3	7700	1,43	
	205	0,544	0,524	7,5	0,267	57,0	81,5	7560	1,19	
	206	0,570	0,543	9,0	0,300	62,2	106,5	9520	0,53	
	207	0,648	0,631	8,3	0,205	72,9	121,5	10250	0,50	
	211	0,578	0,553	8,5	0,294	46,6	97,0	8030	0,77	
	212	0,644	0,619	9,0	0,278	62,2	118,0	10100	0,82	
	213	0,656	0,639	6,0	0,280	78,7	128,5	8530	0,75	
	214	0,595	0,575	8,0	0,248	71,1	113,0	7880	0,77	

Таблица B.

Отрѣзъ.	Образецъ.	Удѣльн. вѣсъ. Влажнаго.	Удѣльн. вѣсъ. Сухого.	Влажность 0/0 0/0.	Отношеніе $\frac{100\ (\Delta_1-\Delta)}{\varphi}$	Напряженіе K_1 klg/cm²	Напряженіе K_2 klg/cm²	Модуль упругост klg/cm²	Толщина год слоя mm	Примѣчаніе
I	1	0,390	0,375	7,1	0,211	36,5	67,6	6090	0 71	
	2	0,405	0,386	7,9	0,240	53,5	76,9	6530	0,93	
	3	0,420	0,402	7,5	0,240	54,4	84,3	6150	0,98	
	4	0,410	0,392	7,7	0,233	39,0	72,3	6420	0,91	
	5	0,390	0,367	7,9	0,291	38,8	68,7	5 60	0,73	
	6	0,410	0,387	8,1	0,284	41.3	82,5	7000	0,75	
	7	0,425	0,404	7,7	0.273	40,0	7 ,0	6860	0,88	
	8	0,425	0,407	8,4	0,215	41,3	80,4	6667	1,16	
	9	0,427	0,405	8,7	0,254	47,5	67,2	6750	1,19	
	10	0,413	0,390	8,1	0,283	31,1	77,7	6420	1,07	
	11	0,414	0,394	8,3	0,241	38,8	82,3	6840	0,77	
	13	0,398	0,388	8,3	0,241	59,2	91,9	7570	0,66	
	14	0,430	0,409	8,3	0,253	54.4	73,9	6 40	0,98	
	16	0,465	0,440	9,2	0,270	39,5	74,0	7830	1,43	
	17	0,445	0,425	8,7	0,230	34,6	71,2	7280	0,93	
	18	0,403	0,385	8,0	0,225	47,8	65,4	6590	0,71	
	19	0,414	0,394	8,4	0,239	64 0	75,0	7950	0,70	
	20	0,434	0 416	8,9	0,202	38,9	76,2	7510	0,81	
	22	0,439	0,420	8,7	0.219	50,5	75,7	7320	0,84	
	24	0,389	0,363	8,5	0,306	50.7	78,1	7330	0,65	
	25	0,390	0,370	8,1	0,247	35,2	81,0	7760	0,67	
III	26	0,406	0,385	8,0	0,263	46,6	70,9	7090	0,72	
	27	0,414	0,392	8,1	0,272	39,3	90,4	7210	0,93	
	28	0,423	0,402	8,2	0,266	42,7	84,5	7390	0,90	
	29	0,403	0,383	8,1	0,247	35,0	66,0	7700	0,76	
	30	0,400	0,384	7,8	0,205	42,5	63,3	7190	0,71	
	31	0,427	0,403	8,8	0,273	39,5	59,3	6950	0,88	
	32	0,438	0,416	9,0	0,243	43,7	71,6	6570	1,09	
	33	0, 35	0,412	9,1	0,263	44.0	72,0	7050	1,09	
	34	0,420	0,400	8,1	0 247	40,0	78,0	6860	1,00	
	35	0,425	0,400	8,2	0,306	44,0	82,0	7810	0.69	
	37	0,420	0,397	8,3	0.277	54,4	70,0	6830	0,75	
	38	0,404	0,384	8,6	0,235	44,7	94 0	6890	0,66	
	39	0,437	0,420	8,0	0,212	39,4	79,5	6410	0,89	
	40	0,460	0,440	8,9	0,226	36,3	85,0	7350	1,35	
	41	0,475	0,450	9,2	0,272	37 3	87,1	8140	1, 2	Сучекъ.
	43	0,412	0,392	7,9	0,254	47,7	81,4	6960	0,69	
	44	0,410	0,385	8,0	0,314	43,5	87,0	7560	0,73	
	45	0,440	0.418	8,5	0,259	52,0	84,0	7220	0,91	
	46	0,457	0,435	8,5	0,259	44,5	74,8	7180	1,23	
	47	0,463	0,440	9,0	0,257	49,3	82,0	7750	1,06	
	48	0,432	0.410	8,7	0,253	39,5	81,0	6950	0,73	
	49	0,437	0,422	7,8	0,192	35,3	75,0	8020	0,69	
	50	0.445	0.420	9,6	0,2 0	39.5	84,0	7440	0,74	
	51	0,423	0,402	8,3	0,253	48,0	84,0	6860	0,66	
VI	52	0,420	0,396	9,5	0,253	40,0	86,0	6620	0,67	
	53	0,436	0,410	9,9	0,262	38,8	80,0	6360	1,09	
	54	0,433	0,408	9,8	0,255	45,0	83,4	6300	0 93	
	55	0,387	0,363	8,9	0,270	38.1	64,8	7520	0,71	
	56	0,418	0,394	10,0	0,240	38,8	69,9	6940	0,63	
	57	0,440	0,411	10,8	0,268	39.1	70,3	6450	0,93	
	59	0,430	0,408	10,2	0,215	38,6	78,2	6740	0,98	
	60	0,430	0,403	10,7	0,253	40,0	72,0	7380	0,85	
	61	0,457	0,424	12,6	0,262	40,0	60,0	6200	1,09	
	62	0,446	0,413	11,9	0,277	39,5	68,2	6300	0,98	Неб. углубл

Отрѣзъ.	Образецъ.	Удѣльн. вѣсъ. Влажнаго.	Удѣльн. вѣсъ. Сухого.	Влажность 0/0 0/0	Отношеніе $\frac{100\ (\Delta_1 - \Delta)}{\varphi}$	Напряженіе. K_1 klg/cm²	Напряженіе. K_2 klg/cm²	Модуль упругости klg/cm²	Толщина отд. слоя mm.	Примѣчаніе.
	63	0,422	0,395	10,3	0,262	—	83,5	6400	0,74	
	64	0,417	0,387	10,4	0,288	46,9	85,0	7050	0,67	
	65	0,450	0,422	12,4	0,226	41,3	75,3	7000	0,98	
	66	0,451	0,422	13,2	0,220	43,8	63,5	7330	1,35	
	68	0,445	0,414	11,5	0,269	41,0	82,5	6950	0,85	
	69	0,436	0,407	10,7	0,271	41,0	82,5	6900	0,71	
	70	0,469	0,434	12,7	0,275	47,5	81,0	6830	0,88	
	71	0,458	0,438	8,8	0,227	47,2	77,5	7610	1,39	
	72	0,476	0,446	11,4	0,264	42,0	69,3	7070	1,06	
	73	0,436	0,407	10,7	0,271	42,0	74,7	6940	0,74	
	74	0,428	0,403	9,7	0,258	40,0	72,0	7870	0,70	
	75	0,468	0,437	11,8	0,265	47,5	65,1	7330	0,85	
	76	0,450	0,420	12,0	0,250	38,0	81,0	7540	0,88	
	7[illegible]	0,414	0,390	10,0	0,240	39,0	82,0	6900	0,72	
IX	78	0,422	0,398	8,7	0,276	54,0	81,1	6780	0,82	
	79	0,423	0,400	9,5	0,242	38,7	91,7	7450	0,86	
	80	0,448	0,414	9,4	0,256	55,6	83,5	7110	0,81	
	81	0,428	0,404	9,3	0,258	54,3	79,6	7390	0,79	
	82	0,450	0,425	9,3	0,269	39,5	63,3	6750	1,00	
	84	0,444	0,422	9,4	0,234	56,0	80,0	6770	1,04	
	85	0,407	0,388	9,3	0,205	47,7	87,5	7320	0,75	
	86	0,416	0,394	9,1	0,242	38,6	88,8	7210	0,69	
	87	0,445	0,423	11,3	0,213	38,8	76,8	7050	0,95	
	88	0,421	0,397	9,9	0,243	40,0	88,0	7110	0,67	
	89	0,462	0,438	10,4	0,230	40,2	64,4	6050	1,06	
	92	0,408	0,382	9,7	0,268	53,3	93,6	7390	0,65	
	93	0,464	0,435	10,3	0,282	39,8	82,5	6800	1,00	
	96	0,449	0,422	10,2	0,265	39,5	85,0	7000	0,98	
	97	0,433	0,414	9,8	0,194	46,7	89,4	6830	0,76	
	99	0,445	0,418	10,4	0,260	38,8	77,0	7610	0,91	
	100	0,483	0,455	11,8	0,268	48,3	74,5	7730	1,39	Сучекъ.
	101	0,490	0,461	10,6	0,274	47,6	81,5	7900	1,39	Сучекъ.
	102	0,473	0,447	10,7	0,248	40,0	76,8	7120	0,94	
	103	0,422	0,395	9,0	0,273	55,3	76,0	7550	0,67	
	104	0,414	0,392	9,0	0,244	46,6	74,6	6840	0,72	
	105	0,466	0,433	9,9	0,232	38,8	73,8	7700	0,86	
	106	0,452	0,428	9,7	0,248	40,0	93,0	7380	0,88	
	107	0,420	0,396	9,2	0,261	47,7	71,6	7330	0,68	
XII	108	0,426	0,406	7,6	0,263	55,7	82,7	7330	0,72	
	110	0,446	0,422	8,2	0,293	48,3	109,0	7330	0,81	
	111	0,436	0,412	8,2	0,293	54,0	75,3	7630	0,75	
	112	0,470	0,448	7,7	0,286	62,7	79,0	7880	0,98	
	113	0,465	0,445	8,0	0,250	47,3	79,1	8020	1,06	
	114	0,470	0,448	8,4	0,262	47,4	73,6	7750	1,11	
	116	0,412	0,390	8,4	0,262	46,6	86,3	7700	0,73	
	117	0,410	0,390	7,9	0,253	46,6	97,5	8160	0,80	
	119	0,466	0,444	8,2	0,268	63,9	95,0	7270	1,02	
	120	0,428	0,410	7,9	0,228	56,0	104,0	7560	0,73	
	121	0,402	0,382	6,9	0,289	46,6	88,3	6600	0,60	
	122	0,457	0,440	7,0	0,242	46,6	86,5	7380	0,93	
	123	0,473	0,455	7,2	0,250	39,5	80,0	8270	1,42	
	125	0,403	0,383	7,8	0,256	38,8	82,5	8030	0,64	
	126	0,432	0,413	6,9	0,276	40,0	76,4	7880	0,85	
	127	0,488	0,466	8,5	0,259	46,6	67,7	8400	1,16	
	128	0,495	0,477	8,0	0,225	46,6	80,7	9040	1,31	

Отрѣзъ.	Образецъ.	Удѣльн. вѣсъ. Влажнаго.	Удѣльн. вѣсъ. Сухого.	Влажность 0/0 0/0.	Отношеніе $\frac{100\ (\Delta_1-\Delta)}{\varphi}$	Напряженіе. K_1 klg/cm²	Напряженіе. K_2 klg/cm²	Модуль упругост. klg/cm²	Толщина гол. слоя mm.	Примѣчаніе.
	129	0,480	0,458	8,0	0,275	46,4	82,8	8700	0,86	
	130	0,428	0,40	7,0	0,272	46,4	85,5	7680	0,95	
	131	0,408	0,392	6,7	0,239	54,3	62,2	8310	0,68	
	132	0,447	0,428	7,4	0,257	50,5	80,6	7810	0,80	
	133	0,479	0,460	7,4	0,257	56,0	88,0	8140	0,94	
	134	0,432	0,412	7,6	0,254	59,0	88,4	7810	0,78	
XIV	135	0,479	0,460	7,6	0,250	48,2	90,4	7870	0,89	
	137	0,457	0,436	7,7	0,274	46,6	76,2	8380	0,82	
	138	0,459	0,443	7,4	0,217	51,4	77,5	7690	0,88	
	142	0,413	0,398	7,3	0,206	42,3	73,1	6940	0,69	
	146	0,435	0,415	7,2	0,278	41,5	79,9	8080	0,76	
	147	0,431	0,411	7,0	0,286	50,5	84,0	8400	0,62	
	151	0,489	0,4.0	8,2	0,232	57,1	93,7	8560	1,13	
	152	0,485	0,464	7,9	0,266	47,4	89,4	8220	1,00	
	153	0,420	0,400	7,0	0,285	39,4	108,0	7880	0,70	
	154	0,440	0,421	6,9	2,760	50,2	88,0	8110	0,72	
	156	0,490	0,467	8,0	0,288	56,0	83,0	9610	0,98	
	158	0,523	0,502	8,0	0,262	53,7	77,5	8300	0,96	
	159	0,490	0,470	6,9	0,290	55,4	91,0	7870	1,06	
	160	0,457	0,435	7,9	0,279	50,5	79,6	7270	0,78	
	161	0,420	0,390	7,7	0,285	52,0	72,0	7670	0,71	
	162	0,455	0 433	7,6	0,290	52,0	80,0	7870	0,85	
	163	0,485	0,465	7,8	0,257	52,0	90,4	8140	0,98	
	164	0,483	0,462	8,1	0,260	50,8	9 ,0	8450	1,00	
	165	0,463	0,442	7,8	0,269	50,2	85,0	7330	0,85	
XVII	167	0,505	0,486	8,4	0,226	46,3	81,1	7540	0,65	
	168	0,500	0,480	8,2	0,244	54,0	85,8	7330	0,91	
	169	0,493	0,464	10,3	0,282	53,4	86,5	7520	0,63	
	166	—	—	—	—	53,8	84,7	—	—	
	170	0,457	0,430	9,7	0,278	53,9	73,8	6690	0,75	
	171	0,502	0,472	10,9	0,275	47,7	83,5	8870	0,94	
	173	0,486	0,453	11,2	0,294	40,0	78,0	6630	0,85	
	174	0,444	0,418	10,2	0,255	54,4	84,7	7390	0,76	
	175	0,436	0,412	9,8	0,245	40,0	82,0	7060	0,70	
	179	0,437	0,428	10,0	0,190	40,7	73,7	7560	1,51	
	181	0,525	0,500	11,3	0,221	56,7	95,2	7390	0,68	
	183	0,522	0,500	10,8	0,204	48,6	76,1	8130	1,32	
	184	0,508	0,485	11,4	0,202	47,3	77,1	7060	1,02	
	185	0,474	0,446	10,4	0,270	46,8	86,6	6600	0,79	
	186	0,448	0,428	9,5	0,210	46,8	81,6	7100	1,51	
	187	0,472	0,446	11,1	0,234	47,2	86,5	6700	1,25	
	188	0,502	0,469	11,6	0,284	46,8	83,5	8590	1,32	
	190	0,524	0,493	11,6	0,267	56,0	84,0	9600	1,32	
	191	0,513	0,480	11,7	0,283	54,4	71,8	7390	0,95	
	192	0,470	0,440	10,5	0,285	55,0	75,5	7050	0,73	
	193	0,448	0,418	10,8	0,278	54,4	79,6	7690	0,77	
	194	0,498	0,469	10,7	0,271	47,8	93,8	7270	0,96	
	195	0,527	0,504	10,0	0,230	58,4	87,7	7830	1,00	
	196	0,495	0,463	11,1	0,288	56,0	76,0	7750	0,91	
	197	0,460	0,429	10,7	0,283	55,4	76,5	7260	0,79	
XX	198	0,476	0,445	10,3	0,300	46,8	77,7	6840	0,71	
	199	0,496	0,473	10,2	0,226	53,9	77,0	7390	0,98	
	201	0,506	0,477	10,6	0,274	46,3	79,5	7050	,95	
	202	0,479	0,445	9,8	0,255	54,6	87,4	7700	,74	
	205	0,517	0,485	11,6	0,276	46,8	67,3	9100	1,22	

Отрѣзъ.	Образецъ.	Удѣльн. вѣсъ. Влажнаго.	Удѣльн. вѣсъ. Сухого.	Влажность 0/0 0/0.	Отношеніе $\frac{100\ (\Delta_1-\Delta)}{\varphi}$	Напряженіе. K_1 klg/cm²	Напряженіе. K_2 klg/cm²	Модуль упругости klg/cm²	Толщина год. слоя mm.	Примѣчаніе.
	206	0,521	0,490	10,9	0,284	47,4	63,3	7270	1,06	
	209	0,450	0,427	10,0	0,230	61,1	83,9	7520	0,64	
	210	0,475	0,446	10,0	0,290	57,5	96,4	7630	0,74	
	211	0,463	0,438	8,4	0,298	46,8	95,2	6790	0 72	
	212	0,525	0,505	10,1	0,217	53,1	78,1	7780	1,06	
	213	0,529	0,501	11,4	0,240	47,2	76,5	8540	1,13	
	215	0,517	0,490	11.7	0,245	62,9	74,6	7330	1,11	
	216	0,530	0,506	12,0	0,246	54,0	83,4	7970	1,22	
	217	0,473	0,449	8,4	0,285	62,7	90,4	7590	0,81	
	218	0,466	0,442	9,8	0,245	45,5	95,5	7510	0,74	
	219	0,496	0,465	12,0	0,258	45,5	68,1	7460	1,04	
	220	0 534	0,505	11,7	0,248	44,6	88,9	8570	1,19	
	221	0,535	0,506	11,7	0,248	62,1	87,4	8880	1,25	
	222	0,532	0,502	11,5	0,260	63,6	79,5	7940	1,04	
	223	0,508	0,480	10,5	0,267	62,1	69,9	7100	0,80	
	224	0,456	0,431	9,6	0,261	54,4	79,7	7570	0,82	
	225	0,515	0,488	11,3	0,230	46,6	93,2	8030	1,16	
	226	0,556	0,524	11,5	0,278	44,6	90,7	7320	1,02	
	227	0,520	0,487	11,3	0,292	44,6	86,9	7820	1,00	
	228	0,485	0,460	10,1	0,247	46,6	76,9	7390	0,82	
XXII	229	0,495	0,477	7,9	0,227	54.4	78,5	9220	0,78	
	230	0,520	0,500	8,5	0,235	56,0	80,0	8740	0,98	
	232	0,533	0,510	8,5	0,271	47.2	97,2	8940	1,14	
	233	0,507	0,485	8,8	0,250	46,6	82,4	8400	1,00	
	234	0,489	0,467	8,3	0,265	61,8	90,8	7640	0,78	
	235	0,484	0,463	7,5	0,280	44,6	79,2	8800	—	
	237	0,531	0,509	7,5	0,294	44,7	93,8	8660	1,16	
	238	0,526	0,505	7,6	0,276	55,6	111,2	8030	1,14	
	239	0,531	0,505	8,4	0 310	46,6	98,7	8710	1,19	
	240	0,509	0,487	8,6	0,256	62,5	110,0	8460	0,82	
	241	0,467	0,452	7,1	0,211	47,4	116 5	9260	0,70	
	242	0,520	0,498	8,5	0,259	70,3	114,0	8950	0,80	
	243	0,476	0,460	7,1	0,225	55,3	100 7	8410	0,73	
	244	0,576	0,544	12,2	0,262	54,1	107,0	9960	1,11	
	245	0,539	0,513	8,6	0,306	56,0	106,4	9150	1,43	
	246	0 501	0,541	8,9	0,225	63,7	97,9	9590	1,39	
	247	0,557	0,531	9,3	0,280	71,5	117,5	9430	1,35	
	248	0,534	0,513	9,3	0,226	55,3	91,0	8360	1,32	
	249	0,568	0,542	9,2	0,283	56,7	97,2	9470	1,14	
	250	0,507	0,481	8,4	0,310	56,2	98,9	7700	0,89	
	251	0,480	0,459	7,4	0,284	48,0	92,0	8350	0,86	
	252	0,512	0,497	7,0	0,214	46,6	87,5	9610	1,14	
	253	0,560	0,538	9,3	0,256	70,3	109,5	8610	1,25	
	256	0,559	0,535	9,2	0,261	54,3	84,0	9610	1,09	
	257	0,501	0,480	8,4	0,250	54,4	108,5	8030	1,00	
	258	0,480	0,458	7,8	0 282	54,4	87,5	8400	0,96	
	259	0,563	0,543	9,6	0,208	53,8	115,5	9470	1,06	
	261	0,572	0,544	9,7	0,288	55,3	82,2	9450	1,14	
	262	0,529	0,506	8,5	0,271	70,3	107,0	8670	1,02	

Таблица C,

Отрѣзъ.	№ образца	Влажность 0/0 0/0	Напряженіе. Влажный klg/cm².	Напряженіе. Сухой. klg/cm².	Разность klg/cm².	Отрѣзъ.	№ образца.	Влажность 0/0 0/0.	Напряженіе. Влажный klg/cm².	Напряженіе. Сухой. klg/cm².	Разность klg/cm².
IV	23	6,0	88,2	74,3	—13,9	XV	133	6,0	98,0	102,0	4,0
	24	6,5	75,6	86,7	11,7		134	6,2	89,4	76,3	—13,1
	25	6,4	78,5	80,0	1,5		135	8,5	103,3	87,6	15,7
	27	6,5	75,0	65,9	— 9,1		136	6,1	106,7	99,2	— 7,5
	28	6,7	79,0	69,6	— 9,4		138	6,2	93,8	81,5	—12,3
	39	6,7	80,0	89,6	9,6		139	7,0	92,0	95,0	3,0
	31	6,3	68,9	73,7	4,8		141	8,0	133,5	130,5	— 3,0
	32	6,3	83,6	84,5	0,9		142	6,1	133,5	131,5	— 2,0
	33	7,5	82,0	81,8	— 0,2		143	7,1	108,0	89	—19,0
	35	6,2	68,5	69,3	0,8	XXI	168	5,7	114	97,7	—16,3
	36	6,4	80,0	94,9	14,9		169	5,5	121,5	110,0	—11,5
	37	7,7	82,2	80,0	— 2,2		171	4,8	118,5	112,0	— 6,5
	39	8,0	77,0	77,4	0,4		174	5,8	119,5	112,0	— 7,5
	40	6,6	87,0	78,9	— 8,1		175	5,9	94,0	88,7	— 5,3
	41	6,4	79,8	69,7	—10,4		170	9,0	129,5	111,5	—18
	42	6,7	87,0	68,1	—18,9		177	5,9	86 8	87,5	0,7
	43	6,1	94,3	96,1	+ 1,8		17	9,2	129,5	108,5	—21,0
	44	6,6	87,0	73.3	—13,7		180	7 0	80,2	87,3	7,1
XV	119	6,1	95,6	85,6	—10,0		181	5,9	90,7	91,3	0,6
	121	7,0	92,3	90,0	- 2,3		182	4,8	110,5	104,5	— 6,0
	122	6,2	112,0	91,0	—21,0		183	5,9	90,7	83,3	— 7,4
	124	6,2	83,0	70,1	—12,9		184	5,6	90,9	97,8	6,9
	125	6,0	110,5	100,5	—10,0		185	5,9	99,4	90,0	— 9,4
	127	5,9	92,2	114	+21,8		188	5,0	126,1	117,3	— 8,8
	129	6,0	85,0	93,7	8,7		189	4,9	124,2	121,5	— 2,7
	130	6,3	110,0	101,0	— 9,0		190	4,8	110,5	115,0	4,5
	131	7,2	102,0	91,9	—10,1						

Таблица D.

Отрѣзъ.	№ образца.	Влажность 0/0 0/0	Напряженіе. Влажный klg/cm².	Напряженіе. Сухой klg/cm².	Разность klg/cm².	Отрѣзъ.	№ образца.	Влажность 0/0 0/0.	Напряженіе. Влажный klg/cm².	Напряженіе. Сухой klg/cm².	Разность klg/cm².
VII	46	8,3	76,3	78,3	2,0		96	6,7	81,6	76,3	— 5,3
	47	8,4	82,0	85,0	3,0		107	7,3	97,6	74,8	—22,8
	48	8,4	82,0	97,5	14,5		108	5,0	81,6	79,6	— 2,0
	49	8,5	79,6	82,5	2,9		109	7,7	86,4	75,2	—11,2
	50	8,3	84,7	73,3	—11,4		110	7,0	87,9	84,0	— 3,9
	51	8,6	80,6	79,6	— 1,0		111	6,8	86,0	75,2	—10,8
	53	8,0	83,5	72,6	—10,9		112	7,1	87,5	79,3	— 8,2
	54	7,5	78,0	74,3	— 3,7		113	7,3	98,3	82,0	—16,3
	55	8,2	96,6	92,7	— 3,9		114	7,6	80,1	72,2	— 7,9
	56	7,9	108,0	99,1	— 8,9	XVIII	166	6,7	86,0	77,0	— 9,0
	57	7,9	101,2	92,4	— 8,8		167	7,0	99,5	94,0	— 5,5
	58	7,0	87,0	86,7	— 0,3		168	7,0	92,3	82,0	—10,3
	59	6,8	87,4	71,2	—16,2		169	6,9	84,5	77,9	— 6,6
	60	7,2	81,0	72,7	— 8,3		170	7,0	87,0	79,0	— 8,0
	62	7,6	89,5	81,5	— 8,0		171	6,8	85,4	68,0	—17,4
	63	7,5	92,7	71,0	—21,7		172	7,0	86,0	82,0	— 4,0
	64	7,8	83,5	82,5	— 1,0		173	7,0	92,1	79,3	- 12,8
	65	7,8	82,5	71,7	—10,8		174	7,0	85,0	67,6	—17,4
	66	7,4	101,0	88,2	—12,8		175	6,5	96,3	88,7	— 7,6
	67	7,9	108,0	93,4	—14,6		177	7,0	101,5	94,4	— 7,1
	68	6,5	90,0	66,4	—23.6		178	6,9	94,0	94,8	0,8
XI	92	6,7	93,5	80,0	—13,5		179	7,0	89,9	78 8	—11,1
	94	6,5	89,5	98,4	— 8,9		180	7,1	93,8	77,3	—16,5
	95	6,0	89,6	88,6	7,0		183	7,0	90,0	79,3	—10,7
	98	7,3	80,0	69,3	—10,7		184	6,4	90,5	82,5	— 8,0
	99	7,5	91,0	78,4	—12,6		185	6,5	106,0	98,4	— 7,6
	100	5,0	90,2	91,2	1,0		186	6,1	107,3	74,2	- 33,1
	102	7,6	89,9	82,0	— 7,9		187	6,0	88,0	83,0	— 5,0
	103	5,0	87,9	90,2	2,3		189	6,0	91,5	86,0	— 5,5
	104	6,7	88 0	81,3	— 6,7		190	5,7	101,5	103,0	1,5
	105	7,2	87,4	79,3	— 8,1		191	6,3	106,6	97,2	— 9,4
	106	7,3	77,0	72,6	— 4,4		192	5,6	83,0	79,0	— 4,0

Таблица E.

Отрѣзъ.	№ образца.	Влажность 0/0 0/0.	Напряженіе.		Модуль упругости	Отрѣзъ.	№ образца.	Влажность 0/0 0/0.	Напряженіе.		Модуль упругости
			K_1 klg/cm².	K_2 klg/cm².	klg/cm².				K_1 klg/cm².	K_2 klg/cm².	klg/cm².
V	1	7,7	317	458	63400	XVI	47	5,5	557	635	74600
	2	7,6	286	486	71800		48	5,5	545	643	78300
	3	7,6	283	468	73200		49	5,4	370	622	74500
	4	7,8	363	520	10800		50	5,7	343	628	81000
	5	7,5	420	465	73200		51	5,6	379	706	95000
	7	7,4	347	463	68300		54	5,6	433	620	74 00
	8	7,7	358	463	74500		55	5,7	433	632	83100
	10	7,2	375	490	61000		56	5,2	552	703	97000
	11	7,6	380	476	67200		57	5,3	514	687	101000
	12	6,6	353	463	80000		58	5,6	406	660	85200
	13	6,9	321	561	95500		61	5,0	4[illegible]3	627	96800
	14	7,2	358	500	66300		62	5,1	393	604	90200
	17	7,3	368	498	74700		63	5,4	225	496	78000
	18	6,8	319	543	76200		64	5,4	513	573	88500
	19	7,2	333	414	52500		65	4,8	348	682	103000
	20	7,5	343	512	61500		67	4,9	437	750	109000
	21	7,4	400	540	5[illegible]300		68	5,0	428	575	74300
	2	7,6	386	422	65800		69	5,1	319	614	94500
VIII	23	6,9	373	374	56500		70	5,3	406	655	99300
	24	7,6	314	511	71400		71	5,5	433	688	97000
	25	7,6	347	514	81000	XIX	72	5,4	263	646	107000
	26	5,8	232	426	—		73	5,3	467	688	97500
	27	6,0	334	500	76000		74	5,4	346	6[illegible]8	84700
	28	7,0	350	531	72000		75	5,3	493	664	76300
	31	6,8	349	577	75500		76	5,2	293	707	97700
	33	7,1	375	538	77700		77	5,5	480	666	95600
	34	7 1	256	353	48000		79	5,5	235	530	98000
	35	5,7	437	575	94000		80	5,2	340	600	96000
	36	5,8	383	625	94600		82	5,3	347	693	103500
	37	5,4	347	500	67200		83	5,2	460	550	74500
	38	6,0	334	468	76000		85	5,4	263	768	101000
	40	5,6	364	564	100000		86	5,4	373	620	74200
	41	6,2	345	498	72700		87	5,0	340	700	95000
	42	6,4	350	483	50800		88	5,4	616	792	107000
	43	7,0	314	431	48700		90	5,4	407	743	90000
	44	7,1	314	517	682[illegible]		92	5,4	399	713	100000
	45	7,0	3[illegible]4	472	64000		93	5,7	374	718	101500
XVI	46	5,8	403	581	83300		94	5,4	230	644	121000

Таблица F.

Отрѣзъ.	№ образца.	Влажность 0/0 0/0.	Напряженіе. K1 klg/cm².	Напряженіе. K2 klg/cm².	Модуль упругости klg/cm².	Отрѣзъ.	№ образца.	Влажность 0/0 0/0.	Напряженіе. K1 klg/cm².	Напряженіе. K2 klg/cm².	Модуль упругости klg/cm².
V	1	5,1	374	465	58300	XVI	66	7,0	278	500	87000
	2	6,0	407	486	58600		69	7,0	281	490	77000
	3	5,7	409	532	66700		70	6,4	361	508	68000
	4	6,4	313	437	55300		72	6,8	397	610	93500
	5	9,3	316	452	54300		73	7,2	376	595	96000
	6	6,9	343	523	85000		74	6,7	307	602	94500
	7	6,7	397	533	70400		75	7,0	340	600	88200
	8	7,0	463	512	76600		76	7,0	286	530	91000
	9	6,8	318	448	69500		77	7,0	2 4	512	76500
	12	7,1	283	460	57700		78	6,5	346	590	85500
	13	7,1	360	466	47000		79	6,9	292	623	82300
	14	6,5	491	563	82000		81	7,0	290	587	71500
	18	6,8	316	495	69500		82	4,5	398	613	81200
	19	6,3	323	538	83700		83	7,0	350	545	72300
	21	6.3	508	630	85400		84	6,2	288	323	96000
	22	6,8	290	517	87000		85	6,1	387	633	99200
	23	7,0	258	442	76500		86	5,9	314	654	94700
	24	7,1	381	548	80500		87	6,3	234	604	139000
	25	7,6	295	568	86000		88	6,0	410	565	86500
	26	6,1	381	488	71400	XIX	89	5,5	289	508	70500
VIII	27	5,8	324	476	60200		90	5,8	423	635	94500
	28	5,7	256	522	78000		91	5,8	428	667	105000
	29	5 7	312	515	75800		92	6,4	420	625	9 200
	30	5,9	249	510	85000		93	6,3	273	530	74000
	31	5,8	412	580	87600		94	6,5	342	536	86700
	32	5,9	400	550	74300		96	6,2	440	6 0	114000
	33	6,3	433	560	74500		97	6,0	366	650	124000
	35	5,8	316	468	63500		98	6,1	317	613	85600
	36	5,8	372	557	93000		99	6,5	309	530	905003
	41	5,8	286	437	71300		100	6,4	276	520	71000
	42	5,5	354	546	75500		101	6,7	314	535	79000
	46	5,5	367	512	73300		102	6,5	337	556	83000
	47	5,6	314	482	73100		103	6,3	284	656	113500
	49	6,1	403	598	69500		104	6,6	358	635	103500
	50	5,7	518	642	87000		105	7,0	292	635	122000
	51	6,1	265	515	89000		106	6,7	407	645	118000
	52	5,4	352	482	59000		107	6,3	368	648	141500
	53	5,5	378	507	58200		108	6,7	286	580	114500
	54	5,8	496	600	73000		109	6,3	279	560	90300
	55	5,2	407	593	94000		110	6,6	286	627	124500
	56	5,9	290	507	78700		111	6,5	3 3	645	102000
XVI	57	5,4	306	517	73800		112	8,2	276	645	108000
	58	5,7	414	565	827 0		113	6.6	282	660	125500
	59	6,3	334	567	87000		114	6,6	330	567	103000
	60	6,9	318	573	81500		115	6,4	283	545	105000
	61	6,9	310	505	720 0		116	6,6	255	625	84000
	62	6,8	431	580	85500		117	7,2	494	647	88000
	64	6,4	341	568	115000		118	6,9	475	610	104000
	65	6,7	345	515	72000		119	7,2	298	557	112000

Таблица G.

Отрѣзъ.	№ образца.	Влажность 0/0 0/0.	Удѣльный вѣсъ.	Напряженіе klg/cm².	Отрѣзъ.	№ образца.	Влажность 0/0 0/0.	Удѣльный вѣсъ.	Напряженіе klg/cm².
II	2	6,1	0,368	99,0	XXI	197	7,4	0,405	109,0
	3	6,8	0,388	92,7		198	7,5	0,480	107,0
	4	6,2	0,365	83,0		199	7,5	0,460	120,0
	5	7,1	0,344	94,6		200	7,4	0,465	116,0
	6	6,6	0,384	99,0		201	8,4	0,473	111,3
	7	7,6	0,407	93,7		202	7,3	0,460	103,0
	8	—	—	92,0		204	7,9	0,490	117,0
	9	7,3	0,393	84,7		205	7,0	0,422	95,5
	11	6,4	0,385	90,3		206	7,6	0,490	117,3
	12	6,7	0,407	89,7		207	6,9	0,480	109,3
	13	8,0	0,437	86,3		208	7,7	0,475	108,3
	14	7,5	0,446	103,0		209	8,8	0,490	128,0
	15	6,8	0,412	95,3		210	8,4	0,480	103,0
	16	—	—	91,3		211	8,0	0,430	102,7
	17	5,7	0,395	93,0		212	8,3	0,440	96,7
	18	6,6	0,398	98,7		214	8,4	0,470	105,7
	19	6,7	0,379	85,0		215	8,5	0,495	104,3
	20	6,5	0,418	85,0		216	8,6	0,485	106,3
	21	6,5	0,400	83,8		217	7,9	0,520	128,0
	22	7,0	0,355	91,0		218	7,9	0,480	110,0
XXI	193	7,1	0,500	94,0		219	8,3	0,485	105,3
	194	6,9	0,465	93,7		220	8,8	0,520	113,0
	195	7,8	0,507	100,0		221	8,6	0,492	122,0
	196	7,4	0,452	98,3		222	8,3	0,480	109,0

ЗАМѢЧЕННЫЯ ОПЕЧАТКИ:

Стр.	Строка	Напечатано:	Надо читать:
1	13 сн.	Jank'a	Janka
3	3 сн.	Fay	Tay
11	16 сн.	$\Delta_1 = \Delta$ A (φ—10)	$\Delta_1 = \Delta$—A (φ—10)
12	9 сн.	колебанія	колебаніе
12	16 сн.	ступени	степени
13	2 сн.	1.6 клг/см	1,6 клг/см^2
16	Таб. VIII	$g : k_2$	$G : k_2$