

624.089  
Ш-93

А. ШТРИПЛІНГ

# ЕЛЕМЕНТИ МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ

Государственное  
издательство

ДВОУ ТЕХНІЧНЕ ВИДАВНИЦТВО

410 Sp.

✓

7  
А. ШТРИПЛІНГ

У 624.088  
Ш - 93

# ЕЛЕМЕНТИ МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ

ПЕРЕКЛАД З РОС. ВИДАННЯ



проверено  
1966 г.

И ДВОУ ТЕХНІЧНЕ ВИДАВНИЦВО  
ХАРКІВ ○ КИЇВ

1931

№2  
НУВГП  
НАУКОВА  
БІБЛІОТЕКА



Бібліографія. опис цього видання  
вміщено в „Літопису Українськ.  
Друку“, „Картковому репертуарі“  
та інших покажчиках Української  
Книжкової Палати.

Укрголовліт № 8508 (1826)  
Укрполіграфоб'єднання,  
13 др. ім. Леніна, Золот., 11  
З. 2716. Т. 5000. 6 1/2 ар.—31



## В С Т У П

Всі конструкції із заліза, сталі й інших металів звуть металеві конструкції. Основні групи цих конструкцій такі:

1. Цивільне будівництво: трями, перекриття, сходи, балькони, колони і опори, віконні рами, віконця, зв'язні, поклітні будівлі, вокзальні перекриття, силові, ан'ари, рихтовання і труби.

2. Мости: зокрема залізничні, міські, хідні й акведуки.

3. Транспортіві злагоди: підойми, елеватори для гірничих робіт, транспортери, зводи, ливові й почіпні шляхи, елін'и.

4. Щогли: опори для освітлювальних і силових ліній, антени.

5. Резервуари: водяні й нафтові баки, газгольдери, а так само труби з великими діаметрами.

6. Гідротехнічні роботи: шлюзові ворота, щити, укріплення берегів, підойми для суден і дюкери.

7. Суднобудівництво.

8. Залізнична рухома валка: Проектуючи, розраховуючи і роблячи різні металеві конструкції, маємо додержувати всіх умов і правил побудови таких споруд. Усякий будівельник, що хоче робити в цій

ділянці, має ґрунтовно зазнайомитись із основними властивостями заліза.

З опису цих основних властивостей і розпочнемо наш виклад<sup>1</sup>.

## ІН Т Е Р

Дуже важливо знати, що залізо в природі зустрічається в різних станах. Найбільш поширеним є залізо у вигляді оксидів, особливо оксиду заліза(II) та оксиду заліза(III). Ці оксиди є основними компонентами руд заліза. Крім того, залізо зустрічається в природі у вигляді сульфідів, сілкатів, фосфатів та інших сполук. Залізо є важливим елементом, який входить до складу гемоглобіну в крові та деяких ферментів. Крім того, залізо є важливим елементом, який входить до складу багатьох мінералів та сполук. Залізо є важливим елементом, який входить до складу багатьох мінералів та сполук.

<sup>1</sup>. Усі примітки під рядками додав рос. перекладач.

## I. Які є метали і де їх застосовують

Залізо видобувають здебільшого із таких руд, як червоний і бурий залізняк, магнітний залізняк і оксид залізовий. Топлячи в домнах, із цих руд здобувають чавун.

З кольору у зломі відрізняють сірий і білий чавун. Із сірого чавуну виготовляють переважно литво, а з білого—залізо.

Тепер із чавуну дуже мало роблять металевих конструкцій.

Звичайно залізо поділяють на лите й ковке; за хемічними й механічними властивостями відрізняють сталь і залізо; тоді далі поділяють на лите залізо і литу сталь, зварне залізо і зварну сталь.

Литу сталь, вилиту у форми, звуть сталевим литвом.

Вживане тепер на металеві конструкції залізо—це, власне кажучи, м'яка сталь із мало не 0,05% вуглецю; крім заліза, конструкції роблять ще з литої і зварної сталі.

Останнім часом, крім литої сталі, металеві конструкції почали робити із „високог'атункової сталі“, набагато міцнішу проти звичайної і далеко вигіднішу, щоб будувати великі споруди. Хоч тепер вона коштує набагато дорожче від звичайної сталі, а проте можна вважати, що рано чи пізно нею замінять звичайний матеріал на металеві конструкції. Уже тепер багато великих споруд і мостів збудовано із високог'атункової сталі.

Матеріал на будівлю не є хемічно чистий. В ньому



багато різних домішок, як от: вуглецю, магнезію, сірки, фосфору, силіцію. З хемічно чистого заліза зовсім не роблять металевих конструкцій, бо воно не таке вже міцне.

В історії мостобудівництва, відповідно до того, як розгорталось перероблення заліза, можна відрізнити чотири окремих етапи:

1. Вживання чавуну приблизно до 1850 року.
2. Вживання зварного заліза приблизно до 1890 року.
3. Вживання литого заліза приблизно з 1880 року.
4. Вживання високогатурної сталі із 1924 року.

У Німеччині чавун уперше застосували в мостобудівництві 1796 року, як будували міський міст у Нижньому Шлезьку. Цей, схожий на арку міст, був перший металевий міст, збудований на Європейському суходолі<sup>1</sup>.

Залізо подають надібками до вальцювання, де йому надають потрібної форми і перекрою. Тут ми не маємо змоги докладніше розглянути самий процес вальцювання, а того відсилаємо читача до спеціальних праць з цього питання.

## II. Торговельні сорти заліза

Металь, що надходить у продаж, після вальцювання поділяють на дві групи:

### Група А

1. Надібки.
2. Рейки (залізничні, міських залізниць, зводові, напрямні тощо).
3. Обрисове залізо (деякі  $\Gamma$  і  $\square$  заввишки 80 мм і вище, а так само настил залізничних мостів).

### Група Б

1. Сортове залізо (штабове, кругле, квадратове, все обрисове, не залічене до групи А 3).

<sup>1</sup> В Англії почали будувати мости із чавуну із кінця XVIII віку.

2. Вальцьований дріт.
3. Аркушеве залізо.
4. Труби.
5. Литво і виковки (осі залізничних вагонів, колеса і шини, сталеве литво, сталеві котки тощо).

Крім того, у продажу є чавунні колони для цивільних споруд, опорні підкладні для зв'язнів, опори для мостів і інших конструкцій, чавунні труби, нюти, прогоничі, шруби, цяхи, линви і ланцюги.

Виготовляючи металеві конструкції, здебільшого уживають обрисового заліза, сортового заліза, аркушевого заліза, нют і прогоничів.

### III. Обрисове, сортове, аркушеве залізо

#### 1. Обрисове залізо

Це залізо так само звуть профільним; щоб його зробити, залізо вальцюють на особливих „каліброваних“ вальцівницях.

Донедавна майже кожна виробня випускала свої особливі профілі; чимало минуло років, поки в Німеччині склали „Німецький нормальний сортамент“, відповідно до якого там тепер і вальцюють обрисове залізо<sup>1</sup>.

Крім нормальних профілів, окремі виробні за кордоном вальцюють „спеціальні профілі“. Проктуючи металеві конструкції, маємо завжди користатися із нормального сортаменту.

а) **Нормальні профілі** зібрано у додатках, разом із основними спеціально будівельними.

б) **Спеціальні профілі.** Не такі вживані спеціально будівельні російські профілі, а найуживаніші із німецьких — Пейне [Peine] і Манштадт [Mannstadt] (назва виробні, де вальцюють німецькі спеціальні про-

<sup>1</sup> У нас іще багато років до війни опрацьовано „Російський нормальний сортамент“. Тепер Комітет стандартизації при РПО опрацьовав і оголосив стандарти. Отже, вальцювання металю упорядковано.



філі) подано в книзі Грегора „Залізнi конструкції“. Для вагонобудівництва, суднобудівництва і інших ділянок будівництва, так само є спеціальні профілі<sup>1</sup>.

За нормальну довжину профіля мають ту, що її випускає виробня без спеціального замовлення.

Від більшої чи меншої довжини профіля залежить вартість замовлення. Під „складською“ довжиною розуміють більшу від нормальної довжину профілів, але таку, що є звичайно на складах.

## 2. Сортове залізо

Є таке сортове залізо.

а) **Штабове** — прямокутного перекрою з гострими краями, завдовжки до 30,0 м, завгрубшки  $s \geq 4$  мм, завширшки  $b = 12 - 200$  мм. Позначають у проєктах і рисунках  $\square b \cdot s$  в мм\*.

б) **Широкоштабове** (універсальне) — прямокутного перекрою  $s \geq 4$  мм,  $b \geq 200$  мм. Позначають  $\square b \cdot s$  в мм.

в) **Квадратове** — квадратного перекрою, довжина стрижнів 3 — 10 м, величина боків  $s = 8 - 60$  мм. Позначають  $\square s \cdot s$  в мм.

г) **Кругле** — круглого перекрою, довжина стрижнів 3 — 10 м. Діаметр  $d = 8 - 150$  мм. позначають  $\bigcirc$  в мм.

## 3. Аркушеве залізо

Аркушеве залізо буває таке:

а) **Гладеньке аркушеве**: дахове завгрубшки до 0,8 мм (продають на вагу); тонке аркушеве завгрубшки до 30 мм, грубе аркушеве залізо завгрубшки  $s \geq 4 - 42$  мм; це те грубе аркушеве залізо завширшки до 1,85 м і завдовжки до 7,50 м. Позначають аркуш  $s$  в мм.

б) **Карбоване аркушеве** (шахове, рис. 1). Нижня поверхня гладенька, верхня — ізрізана перетинними бороз-

<sup>1</sup> Висоту, ширину, grubnyu й інші розміри окремих профілів, а так само потрібні для статичного розрахунку величини, часто доводиться вишукувати в окремих таблицях і довідниках, і тому в додагах дано таблиці найуживаніших будівельних профілів.

\* В союзних стандартах обов'язкових позначок немає.



нами завглибшки 1—2 мм, завширшки 1—2 мм, користуються з нього на будівництві площинок сходів, пішоходів, щоб перекривати канали і поворотні круги. Каліброване залізо позначають к. з.  $s_1/s_2$  в мм.

в) **Хвилясте** із поцинкованого заліза:

1) П'юлогим хвилястим (рис. 2) залізом із шириною хвилі  $b > 2h$  покривають дахи і стіни.

2) Високе хвилясте залізо (рис. 3) із шириною  $b \geq 2h$  — на перекриття, плоскі і вигінасті, на вільнонесні покрівлі.

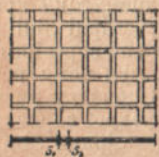


Рис. 1.

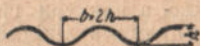


Рис. 2.

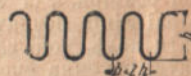


Рис. 3.

3) Сувійне хвилясте залізо  $b = 2h$  на дверні й віконні пройми.

г) **Склепінне** (лотокове) (рис. 4) штамповане із аркушевого заліза, квадратної, прямокутньої, трикутної і трапезуватої форми, що ним настиляють мости.

г) **Бондарне** (рис. 5) із аркушевого заліза, що ним настиляють мости.



Рис. 4.



Рис. 5.



Рис. 6.

д) **Дірчасте** залізо із тонкого, середнього і грубого аркушевого заліза різної ширини і глибоини, що ним перекривають канали, переходи, роблять сита, фільтри й обгороди.

**Вправа.** Щоб краще запам'ятати всякі сорти обрисового заліза, рекомендуємо:

Намалювати різні профілі масштабу 1:1 з усіма потрібними розмірами, наприклад,  $\Gamma$  № 24  $\square$  № 22  $Z$  № 20  $\Gamma$  P № 24,

$\perp$  № 25,  $\perp$  16 . 8,  $\perp$  80 . 80 . 10,  $\perp$  100 . 65 11,  $\perp$  129 . 80 . 10,

$\cup$  9  $\curvearrowright$  100 . 45

Мета вправи. Точно вимальовуючи різні перекрої, учень докладно вивчає окремі подробиці профілів, бо як тільки розглядати розміри, то цього замало, щоб запам'ятати їх.

Креслення рисунків. Всі зазначені раніше поперечні перекрої треба старано зобразити й точно додержати масштабу. При цьому треба користатися не дуже м'яким олівцем; лінії креслити, не дуже натискуючи. Яскраво позначити розмірні лінії й розміри; перед тим, як обводити тушшю, треба ще раз перевірити всі розміри. Усі лінії обводити чорної тушшю, при чому розмірні лінії позначати тонко, а контури грубіше. Спочатку рисувати кола, тоді злучати їх прямими лініями. Всі перекрої зарисувати; глибина рискування така сама як і глибина розмірних ліній. Віддаль між ними 3—4 мм; всі лінії треба напрямити в один бік і так, щоб підіймались догори праворуч. Поряд із кожним перекроєм писати позначки. Всі вони мають бути однакові завбільшки, бо масштаб перекроїв (1:1) так само однаковий. Те саме стосується й до розмірів; їхні цифри мають бути порівняно менші від цифр позначок, а проте вони повинні бути досить ясні. Напрямом розмірів ставити цифри, а не літери.

Перекрої тепер не розфарбовують, як раніше, акварелевими фарбами.

Масштаб треба додати до рисунка, бо без нього жаден технічний рисунок не є закінчений.

Щоб виконати першу вправу, і дістати ясні, виразні, перекрої, рекомендують брати масштаб 1:1. Далі можна зображати профілі заліза за масштабом 1:2,5 і 1:5, при цьому перекрої так само зарисовувати (відповідно до цього).

Найуживаніший масштаб під час креслення металевих конструкцій—це 1:10. В цьому масштабі всі поперечні перекрої заливають чорною тушшю; щоб накреслені поряд перекрої можна було добре бачити, вгорі ліворуч контура зоставляють білу смугу (рис. 6). Щоб подати вигляд на  $\Gamma$ ,  $\perp$  і  $\square$ , збоку креслять пересічну глибину полиць  $t$  (рис. 6).

#### IV. Умови приймання

Як за проєктом уже визначено, скільки треба сортового й обрисового заліза, маємо замовити це залізо. Отут треба додержати:



а) для залізниць—норми НКПС на приставляння металю на залізниці;

б) для цивільних споруд—проект „Технічних норм“ Комісії РПО.

В цих нормах є всі потрібні замовцеві відомості, а саме: відхили від ваги і довжини замовлюваного заліза тощо. Там так само є вказівки про потрібний опір заліза і якими саме методами його визначати.

Зазначені умови не можна тут подати, бо мало маємо місця в книзі. Їх подано у багатьох довідниках, зокрема в I томі *Hütte*.

## V. Випробовування заліза

Залізо випробовують перед тим, як остаточно приймати замовлення; зокрема, як є замовлення залізниць, приймають залізо завжди на тій виробні, що виробляє його.

Це випробовування дуже важливе, бо проєктуючи, розраховують на певні властивості заліза, про які й треба дізнатись, вдавшись до випробовування.

Випробовуванням визначають:

а) **Вагу.** Вага 1 м<sup>3</sup> литого заліза й сталі має бути 7850 кг і 7250 кг—чавуну. Відхили від зазначеної ваги, що їх можна допускатися під час приймання, зазначені в „Умовах НКПС“, а так само у випусках ЗСТ для обрисового і сортового заліза.

б) **Зовнішній вигляд.** Тому що в залізі виникають незначні зовнішні ганджі, під час вальцювання, від яких міцність перекрою не меншає,—не можна бракувати його.

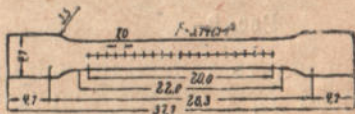


Рис. 7.



Рис. 8.



Задри і плівки можна легко ізстругати. Відхили від нормальних розмірів, що їх можна допускати під час приймання, уміщені в ЗСТ. Оці відхили стаються тому, що стираються вальцівні вали.

в) **Міцність заліза.** Щоб визначити міцність заліза, його випробовують на розрив, згин і оброблення.

1. Випробовування на розрив. Зразки потрібної форми й розмірів готують холодним способом із окремих стрижнів усєї партії. Точний розрахунок зазначений у нормах, поданих у „Інструкції, як виготовляти й випробовувати нормальні взірці на розрив при прийманні металів“. Відповідно до діаметра взірця і величини його поперечного перекрою, змінюють так само довжину взірця. На рисунку 7 і 8 подано російські нормальні взірці.

Випробовують взірці на розрив на спеціальних машинах (рис. 9).

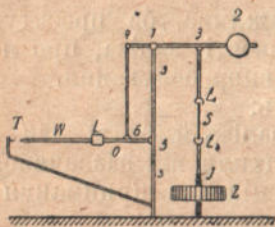


Рис. 9.



Рис. 10.

Це роблять так: кінці взірця  $S$  закріплюють у зачіпні пристрої  $E_1$  і  $E_2$ . Як обертається зубчасте колесо  $Z$ , воно нагвинчується на стрижень  $J$ , злучений із нижнім зачіпним пристроєм, що тягне взірець донизу. Цей розтяг передається важелем 4-1-3-2, що вільно обертається біля точки 1 колони  $S-S$ , і тому лівий кінець важеля підіймається. Коромисло  $W$ , що обертається біля точки 5 і злучене стрижнем 4-6 з першим важелем, підіймається від цього зусилля вгору. Щоб знову відновити рівновагу, треба доти рухати тягар  $L$  ліворуч, поки кінець коромисла  $W$  не стане проти

вістря  $T$ ; цей рух у найновіших машинах відбувається автоматично. На коромислі позначено поділки, що ними точно визначають положення рухомого тягара. Розтяг зразка збільшується від обертання зубчастого колеса  $Z$  і пересування тягара  $L$  ліворуч; з положення цього тягара визначають величину на даний момент розтяжного зусилля. Кінець-кінцем взірець розривається; з величини зусилля, зафіксованого рухомим тягарем, визначають руйнаційне зусилля  $P_p$  взірця.

Наслідком випробовування тимчасовий опір, тобто напруга, що її визначають, поділивши зазначене зусилля на фактичну площу поперечного перекрою взірця.

$$\sigma_p = \frac{P_p}{F} \text{ в кг на } 1 \text{ мм}^2,$$

має бути для литої сталі, вживаної у будівництві, не менше як  $37 \text{ кг/мм}^2$ ; для високогатурної сталі він більшає до  $48 \text{ кг/мм}^2$ . Першу через це позначають (у Німеччині) як литу сталь  $St 37$ , другу позначають—  $St 48$ .

Противага 2 на правій половині важеля 4-1-3-2 потрібна на те, щоб за обтяженого стану машини була рівновага. Отже, як припинилось розтягання й установили рухомий тягар на нулі, коромисло повинно стати горизонтально, а кінець його врівні із вістря  $T$ . Про це треба щоразу упевнюватись перед тим, як випробовувати.

Під час випробовування взірець видовжується, при чому в місці майбутнього розриву утворюється шийка (рис. 10). Порівнюючи загальну довжину обох частин взірця після розриву з початковою довжиною  $l$ , побачимо, що нова довжина  $l_1$  більша. Відносним здовжуванням при розриві називають величину  $\delta = \frac{l_1 - l}{l} 100$ .

В нормах зазначено мінімальну вартість цього здовження: аркушевого заліза № 1—від 21 до  $26\%$ , сталі



№ 4—від 14 до 19<sup>0</sup>/<sub>0</sub>. По НКПС—ст. № 1—28<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, ст. № 4—20<sup>0</sup>/<sub>0</sub> \*.

Якщо наслідки випробовування сприятливі, пробу вважають за задовільну, а як несприятливі—повторюють випробовування, беручи взірці із того самого стрижня. Скільки саме і за яким порядком брати проби із якоїсь партії—це докладно зазначено в нормах.

Випробні машини бувають вертикальні й горизонтальні; урухомлюють їх електрикою. Крім того, їх роблять гідравлічними і навіть ручними,

2. Інші в випробовування. Відповідно до технічних умов, крім зазначених давніше випробовань, на розрив, випробовують ще на згин, пробивання дір, на злімі кручення; лите залізо випробовують ще на згин гарячим.

Тут за браком місця ми не маємо змоги докладніше розглянути процес випробовування. Зацікавлені цим питанням знайдуть вичерпний матеріал у книжках „Випробовування матеріалів“, вид. Гешен, т. I і II.

Щоб виявити домішки в залізі й сталі, беруться до хемічної аналізи і металографії, докладні відомості про які можна найти в „Металографії“, вид. Гешен, т. I і II.

За нашими технічними умовами треба робити такі випробовування:

1) Пробувати на розтяг (розрив) і згин сортове і обрисове залізо, залізо на нюті, прогоничі й аркушеве залізо.

2) Пробувати на осаджування нютове залізо.

3) Пробувати на згин аркушеве залізо.

4) Пробувати на розрив сталеве литво.

**Приклад.** Випробувати нормальний взірець литої сталі.

Діаметр стрижня  $d = 20$  мм. Поперечний перекрій  $F = \frac{d^2\pi}{4} = \frac{20^2\pi}{4} = 314$  мм. Довжина циліндричної частини  $l = 10d = 200$  мм. Покази випробної машини  $P_p = 12400$  кг, відкля тимчасовий опір

\* За „Єдиними нормами“ для сталі 3—22<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, сталі 5—18<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.

$\sigma_p = \frac{P_p}{F} = \frac{12400}{314} = 39,5 \text{ кг/мм}^2$ . Довжина побільшала до  $l_1 = 243 \text{ мм}$   
 відкіль дізнаємось, наскільки подовшав вірець від розриву  
 $\delta = \frac{l_1 - l}{l} \cdot 100 = \frac{243 - 200}{200} \cdot 100 = 21,5\%$  проти початкової соосї дов-  
 жини. Що  $\sigma_p$  і  $\delta$  не дійшли межі, зазначеної в нормах, наслідок  
 випробувань вважаємо за задовільний.

## VI. Допускні напруги

Випробуючи на розрив, визначили, яке виникає зу-  
 силля в  $1 \text{ мм}^2$  поперечного перекрою зразка в момент  
 його зруйновання. Цілком зрозуміло, що ні в якій ча-  
 стині будівлі такого зусилля не можна мати, бо тоді  
 зруйнувалася б уся будівля. Тому, конструюючи, маємо  
 пильнувати, щоб ні в якій частині конструкції напруги  
 не побільшали до величини „тимчасового опору“. Тим  
 то треба будувати з таким запасом міцности, щоб  
 напруга, що виникає в якому завгодно перекрої кон-  
 струкції, становила б лише частину тимчасового опору.  
 Таку зменшену напругу звать допускною.

Величина допускної напруги залежить від мети і  
 призначення будівлі, виду матеріялу і характера  
 обтягу.

Вплив обтягів не однаковий. Іноді вони чинять у  
 певних місцях конетрукції подібно до власної ваги й  
 постійного обтягу, іноді ж вони переміщуються, як,  
 наприклад, колеса поїздів на мостах.

Крім того, в різних матеріялах руйнаційна напруга  
 неоднакова; от, наприклад, в литій сталі інший тим-  
 часовий опір, ніж у залізі.

Допускні напруги позначають грецькими літерами:

$\sigma_{\text{доп}}$  — допускна напруга на розтяг і згин;

$\sigma_{\text{доп ст}}$  „ „ стиск;

$\tau_{\text{доп зр}}$  „ „ зріз.

Наприклад,  $\sigma_{\text{доп}} = 1200 \text{ кг/см}^2$  означає те, що напруга,  
 яка виникає у всякій частині споруди, має бути не  
 більша від  $1200 \text{ кг}$  на  $1 \text{ см}^2$  перекрою.

У розрахунку напруги зазначено в  $\text{кг/см}$ , при ви-  
 пробованні матеріялів в  $\text{кг/см}^2$  (див. „Техн. умови“).



Допускні напруги в металевих конструкціях:

- а) в цивільному будівництві: 1) проєкт норм комісії РПО при Держплані; 2) норми Будкому ВРНГ; 3) норми Московського губерніяльного інженера; 4) накази ВРНГ № 84—29/X 1928 р., № 1039 1/VIII 1929 р.<sup>1</sup>, б) в мостобудівництві—норми НКШС.

## VII. Дійсні напруги

Допускним напругам, про які була мова в попередньому розділі, відповідають дійсні напруги, що виникають в окремих частинах конструкції. Пояснимо це прикладом.

Закріплений одним кінцем стрижень, обтяжено силою  $P$ , прикладеною на другому його кінці і чинить по його осі (рис. 11). Ця сила збуджує розтяг стрижня, що поширюється по всій його площі  $F$ . Зусилля, що припадає на одиницю площі стрижня, і є його дійсна напруга



$$\sigma = \frac{P}{F} \text{ кг на } 1 \text{ см}^2 \quad (1) \quad \text{Рис. 11.}$$

Якщо зв'язень, що складається із багатьох стрижнів (рис. 12), обтяжений силами  $P$ , то, за законами статки, в елементах її виникають зусилля— $S$ . Якщо вони чинять по осі елементу, то в ньому виникає одна якась напруга. Зусилля можуть стискувати або розтягати стрижні, відповідно до чого напруги будуть стискні або розтяжні.



Рис. 12.

<sup>1</sup> Під час перекладання книги видруковано „Єдині норми будівельного проєктування“, що скасували всі раніш оголошені норми.

$$\sigma = + \frac{S}{F} \text{ кг/см}^2, \text{ якщо } S \text{ розтяжне зусилля} \left. \begin{array}{l} S \text{ в кг,} \\ F \text{ в см}^2 \end{array} \right\}$$

$$\sigma = + \frac{S}{F} \text{ кг/см}^2, \text{ якщо } S \text{ стискне} \quad \text{„} \quad \left. \begin{array}{l} S \text{ в кг,} \\ F \text{ в см}^2 \end{array} \right\}$$

Крім напруг стиску й розтягу, в окремих елементах конструкцій виникають так само, залежно від чину обтягу, згинні й різні обтяги.

Обтяги, що чинять зовні на споруду—це зовнішні сили. Щоб розраховувати конструкції, треба насамперед уміти їх визначити. Докладні відомості про величину й відміни їхні подано в умовах МГІ Держпляну і НКПС<sup>1</sup>.

Зовнішні сили збуджують в частинах конструкцій внутрішні сили, що визначають розміри перекроїв стрижнів. Їх визначають графічно, за правилами статички або розраховуючи<sup>2</sup> (аналітично).

За нормами дійсна напруга ні в якій частині споруди не повинна бути дужча від сили допускної напруги. Тим то й треба суворо додержувати такого правила:

Дійсні напруги < допускних напруг.

$$\sigma \leq \sigma_{\text{доп}} \quad (2)$$

### VIII. Розрахунковий перекрій

Дійсна напруга в розтягнутих і стиснутих стрижнях, як про це вже казано, дорівнює  $\sigma = + \frac{S}{F}$  і  $\sigma = - \frac{S}{F}$  кг/см<sup>2</sup>. При цьому вважали, що величина зусилля  $S$  і поперечного перекрою  $F$  відома зарані. Практично це буває інакше: за статично визначеною силою треба

<sup>1</sup> Див. „Єдині норми“.

<sup>2</sup> Тут можна вказати на „Статичку споруд“ проф. Тимошенка, проф. Худякова.





визначити потрібний перекрій елементів. Як перенесемо знаменник у поданий перед цим формулі на місце  $\sigma$  і  $\sigma_{\text{доп}}$ , дістанемо рівність, де із заданих  $S$  і  $\sigma_{\text{доп}}$  визначиться розрахунковий перекрій  $F$  стрижня в  $\text{см}^2$ ; підставивши  $S$  в  $\text{кг}$  і  $\sigma$  в  $\text{кг}/\text{см}^2$ , матимемо:

$$F_{\text{потр}} = \frac{S}{\sigma_{\text{доп}}} \text{ см.} \quad (3)$$

Отак визначають поперечні перекрої брусків, аркушів, обрисового заліза тощо; при чому треба пильнувати, щоб конструктивний перекрій був аніяк не менший від розрахункового, ато виниклі в ньому напруги будуть дужчі від допускних. Відціля повстає важливе правило:

Выбранный  
 Розрахунковий  
 Наявний

}

перекрій  $\geq$  потрібного перекрою

$$F \geq F_{\text{потр}} \quad (4)$$

Добравши потрібний розрахунковий перекрій, маємо визначити утворювані в ньому напруги за формулою

$$\sigma = \pm \frac{S}{F} \text{ кг}/\text{см}^2 \leq \sigma_{\text{доп}} \quad (5)$$

**Приклад 1.** Треба добрати перекрій штабового заліза. Розтяжна сила в ньому  $S = 18650$   $\text{кг}$ , допускна напруга  $\sigma = 1200$   $\text{кг}/\text{см}^2$ . Якого треба перекрою?

$$F_{\text{потр}} = \frac{S}{\sigma} = \frac{18650}{1200} = 15,54 \text{ см}^2$$

Перекрій можна вибрати з площею  $F = 16$   $\text{см}^2$  із штабового заліза  $\square 160 \times 10$ , або  $\square 100 \times 16$ , або  $\square 80 \times 20$ ; напруга, що в ньому виникає буде:

$$\sigma = + \frac{S}{F} = \frac{18650}{16} = + 1166 \text{ кг}/\text{см}^2 < 1200 \text{ кг}/\text{см}^2$$

**Приклад 2.** Треба добрати перекрій рівнобокої кутівки на стиск не зусілля  $S = -28274$   $\text{кг}$ . Якого перекрою треба, як допускна напруга  $\sigma = 1400$   $\text{кг}/\text{см}^2$ ?

$$\sigma = -\frac{S}{F} = \frac{28274}{1400} = 20,2 \text{ см}^2$$

За таблицями сортаментів можна на це добрати кутівку  $\perp$  90.90.14 із  $F = 23,37 \text{ см}^2$ , або  $\perp$  100.100.12 із  $F = 23,73 \text{ см}^2$  або, врешті  $\perp$  120.120.10 із  $F = 23,13 \text{ см}^2$ . Найменшу вагу із зазначених кутівок має  $\perp$  100.100.12, а сама  $F = 17,84 \text{ кг/см}$ . Як вибрати цю кутівку, то напруга, що в ньому виникне буде:

$$\sigma = -\frac{28274}{22,73} = -1246 \text{ кг/см}^2 < 1400 \text{ кг/см}^2.$$

**Приклад 3.** Визначити, чи зможе  $\square$  № 8 ЗСТ із площею  $F = -11,85 \text{ см}^2$  сприйняти розтяжене зусилля  $S = +15237 \text{ кг}$ , як допускна напруга  $\sigma = 1200 \text{ кг/см}^2$ ?

Виникла в ньому напруга буде

$$\sigma = +\frac{S}{F} = \frac{15237}{11,85} = 1285 \text{ кг/см}^2 > 1200 \text{ кг/см}^2.$$

Значить, перекрій недостатній.

Читач має сам собі скласти такі завдання, а тоді розв'язати їх.

## ІХ. Засоби злучати

Кожну металеву конструкцію складено із окремих частин. Наприклад зв'язень (рис. 12) складається із стрижнів. Зовнішні сили  $P$  збуджують у стрижнях зусилля  $S$ . Цими стрижнями обтяг  $P$  передається в так звані опорні точки  $a$  і  $b$ . На це кінці окремих стрижнів злучають, при чому в місцях злуки тут не повинні виникнути занадто великі зусилля. Це стосується не тільки до зв'язнів, але й до інших конструкцій; наприклад, в баках треба старано злучати один з одним металеві аркуші, що з них роблять дно і стінки.

Щоб злучити частини, користуються із нют, прогоничів і злучних аркушів (обриски, переліжки). Звичайно злуки складаються із нют і аркушів, не так часто із прогоничів і аркушів, про що буде мова далі.

Злуками скріпляють одну до одної окремі частини конструкції й передають чинні в них зусилля.



## 1. НЮТОВІ ЗЛУКИ<sup>1</sup>

Нюти, що є в продажу, складаються із головки і стрижня, один кінець якого виковують замичною головкою (рис. 13).



Рис. 13.

Якщо дві частини конструкції, наприклад, два аркуші мають бути з'єднані один з одним нитями (рис. 14), то в певних місцях аркушів свердлять отвори відповідно до діаметра вибраних нют. Стрижень нюти перепускають через цей отвір, і виступний його кінець виковують замичною головкою (рис. 14). Головку цю виковують дужими ударами молотка або великим тиском. Нютувати можна лише лите залізо і сталь; чавун дуже крихкий, а тому не можна його й нютувати—чавунні частини злучають прогоничами.

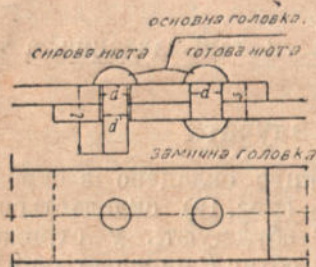


Рис. 14.

Є нютові злуки, що передають зусилля (рис. 15) і такі, що ними тільки злучають елементи конструкції (рис. 16). Нютові злуки, що ними передають зусилля, називають розрахунковими, а ті, що злучають елементи конструкції—конструктивними нютами.



Рис. 15.

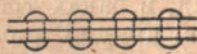


Рис. 16.

нют, тут зовсім не запроваджують.

У виробневих умовах тепер нютують механічно:

<sup>1</sup> Нюти до 8 мм у діаметрі роблять із заліза. Дпв. випуск ЗСТ 184, 185; із великим діаметром—залізо (сталь) ЗСТ 301, 302, 303.

електрикою і стисненим повітрям (пневматично). Механічне нютування рівніше і краще від ручного, а тому й доцільніше від колишнього нютування руками.

Діри на нюти протискують або висвердлюють. Обов'язковому в деяких виробництвах свердлінню треба віддати перевагу, бо отвори тут не потріскані і завжди без задор.

У нютових злуках, де має бути щільне шво (газгольдери, баки, резервуари), краї аркушів і головки нют закарбовують.

Нагріта нюта від охолодження скорочується, а тому щільніше злучаються знютовані частини, стиснуті головками нют.

#### А. Розміри нют

Стрижень нюти<sup>1</sup> треба робити такий завдовжки, щоб із нього можна було виклепати замичну головку. Якщо  $s$  — уся глибина знютованих частин (рис. 14),  $d'$  — діаметр самої нюти, то довжина її стрижня буде

$$l = (s - 10) \times 1,2 + 1,25 d' \text{ в мм} \quad (6)$$

Довжина нюти має бути не більша як  $4 - 5 d$ , ато (коли вона ще довша), як охолоне нюта, можуть відірватись її головки. Якщо знютовані частини більші за  $5 d$ , то нютову злуку заміняють прогоничем.

Розмір  $s$  такий, щоб могли щільно зтиснутись знютовані частини.

Діаметр ( $d$ ) нюти залежить від глибини знютованих частин. Якщо знютовують різне загрубки штабове і аркушеве залізо, або штабове й аркушеве залізо знютовують із профілями, то діаметр нюти

$$d = \sqrt{5\delta} - 0,2 \text{ в см,} \quad (7)$$

де  $\delta$  — найменша глибина знютованого елемента.

<sup>1</sup> Розміри стрижня нюти, а так само всі точні розміри, подано у випусках ЗСТ 301, 302, 303.



Обрисове залізо знітують нютами певного діаметра, визначуваного окремо на кожен профіль.

Тут треба взяти до уваги значення норм і стандартів. Як користатись ними, то набагато поменшає роботи в проєктувальника і будівельника. Стандарти уодноманітнюють конструкції, зокрема, тепер запроваджено стандарти всіх основних елементів металевих конструкцій. Всі, хто працює у цій галузі, мають їх знати.

Якусь певну частину конструкції бажано знітовувати нютами однакових діаметрів. Для всієї споруди гарно обмежити число сортів нют двома або трьома діаметрами.

Щоб відрізнити від уже встановлених готових нют (рис. 17), нюти на продаж називають сировими (*Rohniet*).

Щоб зручно можна було установлювати нюти, діри для них роблять більші від стрижня. Як викували або відтиснули замичну головку, стрижень нюти, розширюючись щільно заповнює діру. Отже, в готовій нюті, що нею передають зусилля в частинах конструкції, такий самий перекий, що й у діри її (рис. 14).

За ЗСТ, при  $d$  до 19 мм, діра нюти більша від діаметра стрижня на 0,5 мм, для більших  $d$ —діра більша від них на 1 мм.

$$\left. \begin{array}{l} d < 19 \text{ мм}; \\ d \geq 19 \text{ мм}; \end{array} \right\} \begin{array}{l} d^1 = d + 0,50 \text{ мм} \\ d^1 = d + 1,0 \text{ мм} \end{array} \text{ рис. 14.}$$

### Б. Норми нют

Форми нют треба додержати за нормами (діаметр вимірюють на 3—4 мм нижче від основи головки). Для металевих конструкцій маємо за даними ЗСТ:

Найуживаніші нюти із півкруглою головкою. Нютами з потайною головкою користуються там, де не можна установлювати нюти із півкруглою головкою. В мостобудівництві їх, наприклад, уживають тоді, як загальна грубина знітовуваних частин не більша від  $4,5 d$  і не менша від  $6,5 d$  ( $d$ —діаметрові діри).

А проте, в цьому випадку треба віддати перевагу прогоничеві й злучці. Нют із потайною головкою вживають тоді, як одна поверхня знютованих частин має бути зовсім рівна; наприклад, опорна частина колон.

Складаючи специфікації, в якій містяться всі елементи металевої конструкції, зазначають  $d$  не поставленої (сирової) нюти, залежно від чого й замовляють нюти.

Розраховуючи нюти, беруть  $d$  готової нюти, бо вважають, що гарна нюта має щільно заповнити всю діру.

На рисунках подано діаметри готових нют, причому всі діаметри позначають в одному місці таблички, а не біля кожної нюти.

### В. Умовні позначки нют<sup>1</sup>

У Німеччині так позначають нюти, зважаючи на їхні діаметри.

Позначки нют. DIN 139.

Діаметр готової нюти	11	14	17	20	23	26	29	32	35	38	41	44
Позначки							Кружало із вказівкою про діаметр, напр.					

В таблиці подано зображення нют, як дивитись зверху; а як нюти з діаметром понад 26 мм, рідко вживають, то звичайно поряд такої нюти пишуть її діаметр.

При масштабі 1:5 і більше, на рисунку подають діаметр дір нют ( $d$ ), при менших масштабах (1:10, 1:20)—діаметр головки ( $D$ ).

<sup>1</sup> У нас за ЗСТ позначають нюти так: сорт II, діаметр, непоставленої нюти— $d$ , довжину стрижня  $l$  і аркуш сортаменту, наприклад, для залізних нют: напівокругл.  $5 \times 20$  ЗСТ 184; потайн.  $6 \times 24$  ЗСТ 185; напівокругл.  $22 \times 110$  ЗСТ 301; потайн.  $25 \times 150$  ЗСТ 302; Напівпотайн.  $19 \times 100$  ЗСТ 303.



Позначки сортів нют. DIN 139.

Н ю т и	Потайна головка			Напівпотайна головка			Конструктивні нюті
	Верхня	Нижня	Обидві	Верхня	Нижня	Обидві	
Загальні позначки							
Приклад 23 мм нюті							

Щоб виобразити нюті в розрізі в Німеччині немає норм. При рисунках у масштабі 1:2,5 можна нарисувати дійсну величину нюті; при найуживанішому для металевих конструкцій масштабі 1:10 автор радить запровадити такі позначки:

Напів-кругла головка	Потайна головка			Напівпотайна головка		
	Верхня	Нижня	Обидві	Верхня	Нижня	Обидві

Отут немає потреби позначати діаметр нют, бо він відомий із бокового вигляду, як це можна бачити із прикладів на рис. 25 і 27.

### Г. Розрахунок нютових злук

Щоб розрахувати нютові злуки, треба усвідомити роботу злуки, чи сил, характер ї напрям можливої руйнації. Якщо дві залізні штаби злучено одну з одною (рис. 20), і злуку розтягають сили, що чинять по осі штаб, злука може зруйнуватись від того що:

1) нюті зривуться по площі стику штаб (1 — 1);

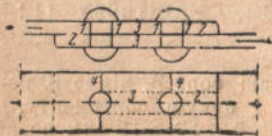


Рис. 20.

- 2) частина заліза між краєм штаби і нютою (2 — 2) вирветься;
- 3) залізо штаби зруйнується між обома нютами (3 — 3);
- 4) штаби порвуться в перекрої, послабленому нютами (4 — 4).

Відповідно до числа площ стрижня нюти, по яких вони зрізаються, є одно-, дво- і багатозрізні нюти. В однозрізній нюті знютовують два елементи (рис. 21 і 23), у двозрізній—3 елементи (рис. 29 і 24).



Рис. 21.



Рис. 22.

Одно- і двозрізних злук більше від інших. На нюти не мають чинити зусилля напрямом їх осі, тобто робити на відривання головок; отут треба злучати прого-ничачами.

Чин розтяжної сили на однозрізну злуку подано на рисунку 23. Зусилля передається через нюту від одної штаби на іншу. А що обидві сили чинять на різних площях, то, крім того, що нюта зрізується, вона ще й згинається і це дуже шкодить нютовій злуці. Тим то треба по зможі уникати однозрізної злуки; на жаль, практично це не завжди можна зробити.

Таке буває і тоді, як злучують накладкою, коли стик злучуваних частин перекритий лише з одного боку (рис. 21).

Чин сил у двозрізній злуці подано на рисунках 24 і 22.

Чинні сили на нюти ті самі, що і в елементах, злучуваних нютами, бо нютами лише передають їх від одної частини конструкції до іншої. Ці сили намагаються зрізати стрижень нюти по площі, перпендикулярній до її осі. Крім того, вони притискують стрижень нюти до стінки діри і тому між ними постає стиск—так зване зминання діри.



Відповідно до цих зусиль і треба розраховувати нюти.

а) Розрахунок нют на зріз

Однозрізна злука. Якщо  $d$  — діаметр готової нюти в см, то площа поперечного перекрою стрижня нюти, що дорівнює площі зрізу, буде (рис. 23)

$F_{зр} = \frac{\pi d^2}{4}$  см<sup>2</sup>. Якщо допускна напруга на зріз дорівнює  $\tau_{доп}$  в кг на 1 см<sup>2</sup>, то зусилля, що його сприймає площа зрізу, має бути не більша від  $F_{зр}$  в кг. Грецькою літерою  $\tau$  (тау) позначають напругу. Відціля видно, що одна нюта з діаметром  $d$  може сприйняти зрізну силу:

$$N'_{зр} = F_{зр} \cdot \tau_{доп} = \frac{d^2 \pi}{4} \tau_{доп} \quad (8)$$

Цю силу називають опором зрізові однозрізних нют.

Якщо стискна або розтяжна сила  $S$  передається через кілька нют, то на це треба  $n_{зр}$  нют діаметром  $d$ , із яких кожна сприймає силу  $N'_{зр}$ . Рівняння пишуть так:

$$n_{зр} \cdot N'_{зр} = S;$$
$$n_{зр} = \frac{S}{N'_{зр}} = \frac{S}{F_{зр} \cdot \tau_{доп}} = \frac{S}{\frac{\pi d^2}{4} \cdot \tau_{доп}} \quad (9)$$

За цим рівнянням легко вирахувати, скільки треба поставити нют, що сприймають зріз, якщо задано зусилля  $S$  в кг,  $d$  в см і  $\tau_{доп}$  в кг/см<sup>2</sup>. Отут гадають, що кожна нюта сприймає однакову частину сили  $S$ .

Залежно від мети й призначення нют величина  $\tau_{доп}$  буває неоднакова, її вартість беруть на кожен випадок із норм, згаданих розділі VI.

Двозрізні нюти. Чинні на нюту сили прагнуть її зрізати в двох площях (рис. 24). Загальна площа

зрізу одної нюти буде тоді  $2 F_{зр} = 2 \frac{\pi d^2}{4}$  в  $\text{см}^2$ ; зусилля, що його сприймає одна нюта

$$N'' = 2 F_{зр} \cdot \tau_{доп} = 2 \frac{\pi d^2}{4} \tau_{доп} = \tau_{доп} \text{ в кг} \quad (10)$$

Якщо задано силу  $S$  і треба знов визначити, скільки треба поставити  $n_{зр}$  нют, то

$$n_{зр} N_{зр} = S$$

$$n_{зр} = \frac{S}{N''_{зр}} = \frac{S}{2 F_{зр} \tau_{доп}} = \frac{S}{2 \frac{\pi d^2}{4} \tau_{доп}} \quad (11)$$

Площу зрізу  $F_{зр}$  для нют різних діаметрів можна взяти за таблицею:

Діаметр дір нют	10 мм	12 мм	14 мм	17 мм	20 мм	23 мм	26 мм	29 мм
Площа одного зрізу $\left(\frac{\pi d^2}{4}\right)$	0,78	1,13	1,54	2,27	3,14	4,15	5,31	6,60
Площа двох зрізів $\left(\frac{\pi d^2}{2}\right)$	1,56	2,26	3,08	4,52	6,28	8,30	10,62	13,20

### б) Розрахунок нют на зминання

Однозрізні нюти. Тиск, що виникає між стрижнем нюти і стінкою діри, розподіляється між ними нерівномірно (рис. 23). Найбільший тиск буває по осі стрижня і меншає він до країв перекрою. Замість цього нерівномірного тиску до розрахунку беруть тиск, розподілюваний рівномірно по проекції нюти, тобто по площі з висотою, що дорівнює глибині елемента  $\delta$  і ширині діаметра діри  $d$ . Ця площа дорівнює  $F_{зм} = d \text{ см}^2$ . Якщо допускна напруга на зминання нюти  $\sigma_{зм}$  кг на  $1 \text{ см}^2$ , то опір одної нюти зминанню буде:

$$N_{зм} = F_{зм} \sigma_{доп} = d \cdot \delta \cdot \sigma_{зм \text{ доп}} \text{ в кг.} \quad (12)$$



Якщо величина зусилля дорівнює  $n_{зм}$  кг, то треба стільки нют:

$$n_{зм} \cdot N_{зм} = S,$$

$$n_{зм} = \frac{S}{N_{зм}} = \frac{S}{F_{зм} \sigma_{доп}} = \frac{S}{d \cdot \delta \cdot \sigma_{доп}}, \quad (13)$$

де  $S$  в кг,  $d$  і  $\delta$  в см, і  $\sigma_{доп}$  в кг/см<sup>2</sup>.

Величину  $\sigma_{доп}$  беруть із зазначених вище норм.

Якщо грубина знютовуваних частин не однакова, наприклад,  $\delta_1$  менше від  $\delta_2$  ( $\delta_1 < \delta_2$ ), то в формулу вписують опір одної нюті  $N_{зм} = d \cdot \delta_1 \cdot \sigma_{зм доп}$ , відкіля потрібне число нют буде:

$$n_{зм} = \frac{S}{N_{зм}} = \frac{S}{d \cdot \delta_{зм} \sigma_{зм доп}} \quad (14)$$

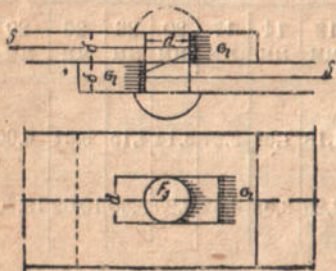


Рис. 23.

У формулу треба підставляти найменшу грубину елемента, бо отут визначиться, скільки треба найбільше нют.



Рис. 24.

Двозрізні нюті. Чин тиску на стінки діри і стрижень нюті такий самий, що і в однозрізному шві. Змінання розподіляють тепер на дві площі величиною  $d \cdot \delta$  і  $d' \cdot \delta$  (рис. 24). Отут розраховувати треба для елемента меншої грубини. А як звичайно площа  $\delta$  середньої штаби менша від суми двох інших, тобто  $\delta < 2 \delta'$ . Опір одної нюті змінання отут буде:

$$N_{зм} = d \cdot \delta \cdot \sigma_{зм доп} \quad (15)$$

Потрібна кількість нют:

$$n_{\text{зм}} \frac{S}{N_{\text{зм}}} = \frac{S}{d \cdot \delta \cdot \sigma_{\text{зм доп}}} \quad (16)$$

Якщо  $2 \delta' < \delta$ , то підставивши

$$N_{\text{зм}} = d \cdot (2 \delta') \cdot \sigma_{\text{зм доп}}, \quad (17)$$

здобудемо скільки треба нют

$$N_{\text{зм}} = \frac{S}{N_{\text{зм}}} = \frac{S}{d \cdot (2 \delta') \cdot \sigma_{\text{зм доп}}} \quad (18)$$

Як злучуємо одну штабу, то розраховуємо за аналогією. Коли розраховуємо більшу як двозрізну злуку, звичайно вдається поділити її на кілька двозрізних; коли це не вдається, доводиться розраховувати три-і чотири зрізні злуки на зріз і на змінання дір, пере-віряючи найвугтіший елемент перекрою.

Нюти треба розраховувати на змінання і на зріз, бо ці явища відбуваються водно раз. Звичайно, розраховувавши, здобувають дві різні величини  $n_{\text{зр}}$  і  $n_{\text{зм}}$ ; конструюючи, маємо вибрати найбільшу величину.

Якщо за розрахунком дізнались, що досить одної нюти, то з конструктивних міркувань ставлять дві.

Як підраховано вже, скільки треба нют і зконструйовано злуку, треба перевірити нюти на зріз і змінання; дійсні напруги отут мають бути не дужчі від допускних. Замість вартостей  $n_{\text{зм}}$  і  $n_{\text{зр}}$  підставляють вираховані вартості  $n_{\text{зм}}$  і  $n_{\text{зр}}$ , а тоді визначають величину  $\tau$  і  $\sigma_{\text{зм}}$ .

Дійсна напруга в кг/см<sup>2</sup>

як однозрізне шво

як двозрізне шво

на зріз

$$\tau = \frac{S}{n \cdot d^2 \cdot \frac{\pi}{4}} \leq \tau_{\text{доп}} \quad (19)$$

$$\tau = \frac{S}{n \cdot 2 \cdot d^2 \cdot \frac{\pi}{4}} \leq \tau_{\text{доп}} \quad (20)$$

на змінання

$$\sigma_{\text{зм}} = \frac{S}{n \cdot d \cdot \delta} \leq \sigma_{\text{зм доп}} \quad (21)$$

$$\sigma_{\text{зм}} = \frac{S}{n \cdot d \cdot \delta} \leq \sigma_{\text{зм доп}} \quad (22)$$



або

$$\sigma_{зм} = \frac{S}{n \cdot d \cdot \delta} \leq \sigma_{зм \text{ доп}} \quad (23)$$

або

$$\sigma_{зм} = \frac{S}{n \cdot d \cdot (2\delta')} \leq \sigma_{зм \text{ доп}} \quad (24)$$

де  $S$  в кг,  $d$ ,  $\delta$ ,  $\delta'$  в см, величини  $\tau$  і  $\sigma_{зм}$  визначені в кг/см<sup>2</sup>.

Зусилля  $S$  може бути стискне й розтяжне.

**Приклад 1.** Сила 16000 кг передається через кілька односторонніх нют 20 мм в діаметрі. Скільки треба нют, якщо найменша грубшина елемента 10 мм, допускна напруга зрізу—900 кг/см<sup>2</sup> і зминання—2100 кг/см<sup>2</sup>? Яка напруга в них виникне?

Нют треба буде:

на зріз—за рівнянням (9):

$$n_{зр} = \frac{16000}{2,0^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 900} = \frac{16000}{3,14 \times 900} = 5,6 = 6 \text{ нют}$$

на зминання—за рівнянням (13):

$$n_{зм} = \frac{16000}{2,0 \times 1,0 \times 2100} = \dots \dots 4 \text{ нюти}$$

А що  $n_{зр} > n_{зм}$ , ставимо  $n = 6$  нют.

Дійсна напруга:

на зріз—за рівнянням (19):

$$\tau = \frac{16000}{6 \cdot 2,0^2 \cdot \frac{\pi}{4}} = \frac{16000}{6 \cdot 3,14} = \approx 850 \text{ кг/см}^2 < 900 \text{ кг/см}^2$$

на зминання—за рівнянням (21):

$$\sigma_{зм} = \frac{16000}{6 \cdot 2,0 \cdot 1,0} = \approx 1330 \text{ кг/см}^2 < 2100 \text{ кг/см}^2$$

**Приклад 2.** Штабове залізо 60 мм завширшки і 7 мм завгрубшки передає зусилля 7250 кг на обриску 12 мм завгрубшки (рис. 25). Скільки треба на це нют і яка постає в них напруга; допускна напруга

$$\tau = 900 \text{ кг/см}^2 \text{ и } \sigma_{зм} = \text{кг/см}^2.$$

Якщо за найменшим перекрозом завгрубшки 7 мм за рівнянням (7) визначимо діаметр нют у 17 мм, то при односторонньому шві нют на зріз треба буде за рівнянням (9):

$$n_{\text{эр}} = \frac{7250}{1,7^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 900} = \frac{7250}{2,27 \cdot 900} = 3,5 \sim 4 \text{ нютти};$$

на змінання—за рівнянням (13):

$$n_{\text{зм}} \frac{7250}{1,7 \times 0,7 \times 2000} = 2,17 = 3 \text{ нютти.}$$

$n_{\text{эр}} \geq n_{\text{зм}}$ ; треба  $n = 4$  нютти.

Дійсні напруги:

на зріз—за рівнянням (19):

$$\tau_{\text{эр}} = \frac{7250}{4 \cdot 1,7^2 \cdot \frac{\pi}{4}} = \frac{7250}{4 \cdot 2,27} = 798 \text{ кг/см}^2 < 900 \text{ кг/см}^2;$$

ва змінання—за рівнянням (21):

$$\sigma_{\text{зм}} = \frac{7250}{4 \cdot 1,7 \cdot 0,7} = 1524 \text{ кг/см}^2 < 2100 \text{ кг/см}^2.$$

**Приклад 3.** Силу 28000 кг мають сприйняти 6 однозрізних нютт. Найменша грубина знютовуваних частин 13 мм. Який діаметр потрібних нютт при  $\tau_{\text{эр}} = 900 \text{ кг/см}^2$ ; і  $\sigma_{\text{зм}} = 2000 \text{ кг/см}^2$ ? Яка постає в них напруга?

Діаметр нютт:

Беручи до уваги умови зрізання—за рівнянням (9):

$$n_{\text{эр}} = \frac{S}{d^2 \cdot \frac{\pi}{5} \cdot \tau_{\text{доп}}}, \text{ відкіля } d^2 = \frac{S}{n \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \tau_{\text{доп}}}$$

$$d = \sqrt{\frac{4S}{n \cdot \pi \cdot \tau_{\text{доп}}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 28000}{6 \cdot 3,14 \cdot 900}} = 2,56 \text{ см.}$$

Взято нютти з 26 мм в діаметрі.

На змінання дір за рівнянням (13):

$$n_{\text{зм}} = \frac{S}{d \cdot \delta \cdot \sigma_{\text{зм}}}; \quad d = \frac{S}{n \cdot \delta \cdot \sigma_{\text{зм}}} = \frac{28000}{6 \cdot 1,3 \cdot 2000} = 1,8 \text{ см.}$$

Найближчий діаметр  $d = 20$  мм.

Треба взяти більшу вартість  $d = 26$  мм.



Дійсні напруги:

за рівнянням (19)

$$\tau = \frac{28000}{6.2,6^2 \cdot \frac{\pi}{3}} = \frac{28000}{6.5,31} = 878 \text{ кг/см}^2 < 900 \text{ кг/см}^2$$

за рівнянням (21):

$$\sigma_{зм} = \frac{28000}{6.2,6,1,3} = 1380 \text{ кг/см}^2 < 2100 \text{ кг/см}^2.$$



Рис. 25.

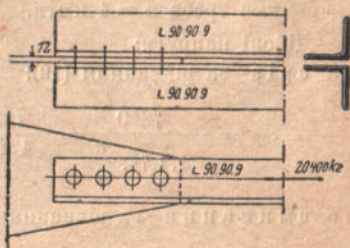


Рис. 26.

**Приклад 4.** 2 L 90 × 90 × 10 прийютовані чотирма нютами  $\Phi$  20 мм до обриски завгрубшки 12 мм. Кутівки передають розтяжне зусилля 20400 кг (рис. 26). Допуска напруга в нютах  $\tau_{доп} = 1260$  і  $\sigma_{зм} = 2800$  кг/см<sup>2</sup>. Чи досить цих чотирьох нют?

Злука двоаріза, а тому в нютах виникають напруги: на зріз—за рівнянням (20):

$$\tau = \frac{20400}{4.2,2,0^2 \cdot \frac{\pi}{3}} = \frac{20400}{4.2,3,14} = 812 \text{ кг/см}^2 < 1260 \text{ кг/см}^2;$$

на зминання—за рівнянням (22):

$$\sigma = \frac{20400}{4.2,2,0,1,2} = 2167 \text{ кг/см}^2 < 2800 \text{ кг/см}^2.$$



Рис. 27.

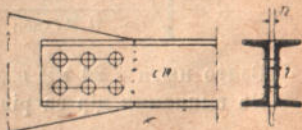


Рис. 28.

В цьому рівнянні беруть  $\delta = 1,2$  см, бо  $\delta < 2\delta' : 1,2 < 2 \cdot 0,9$ .  
Поставлених чотирьох нют цілком досить.

**Приклад 5.** У двозрізній злуді нюти з діаметром 20 мм передають зусилля в 36000 кг (рис. 27). Допускні напруги  $\tau_{\text{доп}} = 900 \text{ кг/см}^2$ ,  $\sigma_{\text{зм}} = 2100 \text{ кг/см}^2$ . Скільки нют на це треба і яка виникає в них напруга?

Нют треба:

на зріз — за рівнянням (11):

$$n_{\text{зр}} = \frac{36000}{2 \cdot 2,0^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 1000} = 5,7 \sim 6 \text{ нют.}$$

на зминання — за рівнянням (16):

$$n_{\text{зм}} = \frac{36000}{2,0 \cdot 1,2 \cdot 200} = 7,5 \sim 8 \text{ нют, тобто по обидва боки стика треба}$$

поставити по 8 нют, бо сила чинить з двох боків.

В нютах виникнуть напруги:

на зріз — за рівнянням (20):

$$n_{\text{зр}} = \frac{36000}{8 \cdot 2 \cdot 2,0^2 \cdot \frac{\pi}{4}} = 716 \text{ кг/см}^2 < 900 \text{ кг/см}^2,$$

на зминання дір — за рівнянням (22):

$$n_{\text{зм}} = \frac{36000}{8 \cdot 2,0 \cdot 1,2} = 1250 \text{ кг/см}^2 < 2100 \text{ кг/см}^2.$$

$$1,2 < 2,0,7.$$

**Приклад 6.** 2  $\square$  14 ЗСТ 17 передають стиску силу в 24200 кг на обриску завгрубшки 12 мм. Діаметр нют 20 мм, допускні напруги  $\tau_{\text{зр}} = 900 \text{ кг/см}^2$ ,  $\sigma_{\text{см}} = 2100 \text{ кг/см}^2$ . — Визначити, скільки треба нют і яка виникає в них напруга?

Нют треба:

$$n_{\text{зр}} = \frac{24200}{2 \cdot 2,0^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 1000} = 4.$$

$$n_{\text{зм}} = \frac{24200}{2,0 \cdot 1,2 \cdot 2000} = 5,04 \sim 6 \text{ нют } 1,2 < 2,0,7.$$

Поставлено 6 нют.

Виникає в них напруга:

$$\tau_{\text{зр}} = \frac{24200}{6 \cdot 2 \cdot 2,0^2 \cdot \frac{\pi}{4}} = 637 \text{ кг/см}^2 < 900 \text{ кг/см}^2.$$



$$\sigma_{зм} = \frac{24200}{6.2.0.1.2} = 1680 \text{ кг/см}^2 < 2100 \text{ кг/см}^2.$$

У прикладах за допускні напруги прийнято величини, подані в нормах московського Губінжа, а саме,  $\tau_{доп} = 900 \text{ кг/см}^2$  і  $\sigma_{зм доп} = 2100 \text{ кг/см}^2$ . В інших випадках треба застосовувати відповідні допускні напруги<sup>1</sup>.

При однозрізній злуці визначають, скільки треба поставити нют, беручи до уваги, насамперед, умови зрізу; при двозрізній злуці—це умова зминання нютів дір.

Конструктивні нюти звичайно не розраховують, бо їх не обтяжується.

### Г. Розміщення нют на штабовому залізі.

Визначені розрахунком нюти треба так розмістити, щоб усі вони, кожен по трохи, передавали зусилля.

Отут треба пильнувати, щоб не зруйнувались нюти від зрізання або зминання, крім того, всі нюти мають бути правильно розміщені. На це треба користатись такими правилами про розмічання нют (рис. 29).

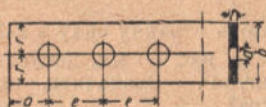


Рис. 29.



Рис. 30.

Віддаль від останньої нюти до краю штаби напрямом зусилля  $a = 1,8 - 2 d$ .

Віддаль від краю штаби перпендикулярно до напрямом зусилля  $r = 1,5 d$ .

Віддаль між нютами (відстань) нют,  $e = 3 d$ , де  $d$  — діаметр готової нюти.

За умовою,  $r = d$ ,  $1,5 d$ ; найменша ширина знютовуваної штаби має бути не вужча, як  $2 r = 2 \cdot 1,5 d = 3 d$  (рис. 29).

<sup>1</sup> Див. „Єдині норми“.

Зазначені розміри подано для робочих нют на те, щоб правильно їх ставили. Тільки як виняток ці розміри можна максимально зменшити.

$$a_{\min} = 1,5 d, r_{\min} = 1,25 d, e_{\min} = 2,5 d.$$

Найбільші розміри

$$a_{\max} = 2,5 d, r_{\max} = 3 d, e_{\max} = -6,7 d.$$

Нюти із потайною головкою мають бути такі завбільшки:

$$a_{\min} = 1,7 d, r_{\min} = 2,7 d, e_{\min} = 3,3 d, e_{\max} = 7 d.$$

Для конструктивних нют, установлених на розтягнутих елементах,  $e \leq 10 d$ , у стиснутих  $e < 7 d$ ,  $a$  і  $r$ , як у робочих нютах.

Щоб можна було викувати головку нюти рядом із стінкою якогось профіля (рис. 30), віддаль  $t \geq 0,8 d + 5$  мм.

Для зручності названі розміри заокруглені до 0 і 5 мм. Всі зазначені величини для найуживаніших діаметрів нют зібрано в таблицю, при цьому прийнято  $a = 1,8 d$ .

Розміри найуживаніших нют в мм

Діаметр отвор. ⊙ $d$	Віддаль до кінця			Віддаль до краю			Відстань нют			$t_{\min}$
	$a$	$a_{\min}$	$a_{\max}$	$r$	$r_{\min}$	$r_{\max}$	$e$	$e_{\min}$	$e_{\max}$	
11	20	20	30	20	15	30	35	30	80	14
14	25	20	35	20	20	40	45	35	100	17
17	30	25	40	25	20	50	55	45	120	19
20	35	30	50	30	25	60	60	50	140	21
23	40	35	60	35	30	70	70	60	160	25
26	45	40	65	40	35	80	80	65	180	26



За розміщенням нют відрізняють: однорядне шво (рис. 29), паралельні нюти (рис. 31), дворядне, багаторядне шво, нюти навшахи (рис. 32) дворядне, багаторядне шво.

Останнім способом нюти розміщують тоді, як через незначну ширину штаби їх не вдається розмістити паралельно, тобто як нормальна відстань нют  $e$  більша від віддалі між нютами (рис. 32). Розміри  $a$  і  $r$  беруть



Рис. 31.

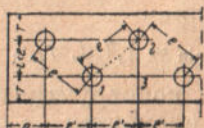


Рис. 32.

із таблиці; віддаль  $e'$  дістануть із трикутника 1-2-3,  $e' = \sqrt{e^2 - r^2}$ , де  $e$  взята із таблиці віддаль між нютами по діагоналі.

Здобутий розмір, закруглений до 0 або 5, беруть до проєкта й робочого рисунка; за ним розмічають діри на виробні. Розміром заміняють отут відстань нют  $e$ , якою тоді нехтують. Найменша вартість  $e$  дорівнює—15, найбільша—100 мм.

По обидва боки від осі елементу має бути однаково нют. Пряму, що проходить через центри нютових дір, позначувану мутрорізом (керном) на елементі, називають віссю нют (рискою).

#### Д. Розміщення нют у кутівках

Сказане у розділі I, стор 24 стосується і до найбільшого діаметра нют.

Кутівки заокруглені всередині кута і біля краю полиць. Тому треба пильнувати, щоб під час знютовування головки нют не потрапляли в ці округлини. Крім того, має зостатись якийсь проміжок між полицею кутівки і обтискачем, установленим на головці нюти.

Як додержати певних розмірів між віссю нюти і полицею кутівки, можна бути певному, що головка утвориться правильно.

Для німецького нормального сортаменту ці розміри є у випусках DIN 997 і подано їх у книзі і регора „Залізні конструкції“.

Для кутівок треба так само додержати віддалі  $a$  і  $e$ .

### а) Рівнобокі кутівки

1) Нюта на одній полиці. Якщо ширина полиці  $b < 100$  мм, то нюти ставлять в один ряд (рис. 33), якщо ж  $b > 100$  мм, їх ставлять у два ряди навшахи (рис. 34); при цьому  $e' = \sqrt{e^2 - w_1^2}$ .

2) Нюти на обох полицях. Для кутівок із шириною полиці  $b \leq 100$  мм нюти розміщують, відповідно до рис. 35, так, щоб у перекрій попадало не більше від одної нюти. При  $b > 100$  мм нюти розміщують у два ряди навшахи (рис. 36), при цьому в перекрій потрапляє дві нюти. Як саме розташовані нюти одна проти одної, видно із рисунка. Як нюти розташовано навшахи, треба додержати віддалі  $e^1 = \sqrt{e^2 - w_1^2}$ .



Рис. 33.

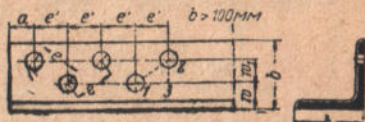


Рис. 34.



Рис. 35.

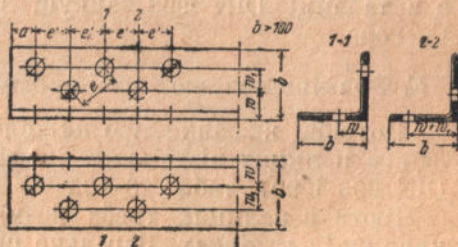


Рис. 36.



### б) Нерівнобокі кутівки

1. Нюти на одній полиці. Про цей випадок стосується все сказане раніше про рівнобокі кутівки. Найбільша величина меншої полиці  $b_1$  в нашому сортаменті дорівнює 100 мм, а тому нюти ставлять на ній одним рядом.



Рис. 37.

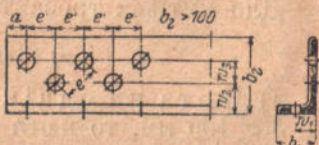


Рис. 38.

2. Нюти на обох полицях. Як ширина великої полиці  $b_2 \leq 100$  мм нюти на обох полицях зміщуються

(рис. 37). Як  $b_2 > 100$  мм, нюти розташовують так, як це показано на рисунку 38, при цьому  $e' = \sqrt{e^2 - w_s^2}$ . Як  $b_1 > 150$  мм, нюти можна розмістити двома паралельними рядами (рис. 39).

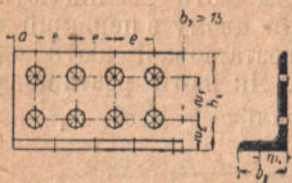


Рис. 39.

Всі розміри заокруглюють до 0 і 5. Приклад — таблиця на сторінці 39.

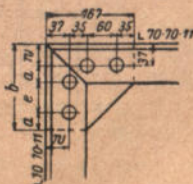
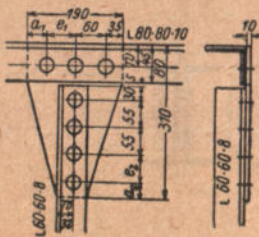
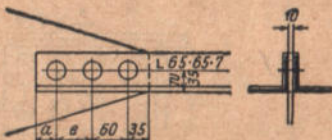
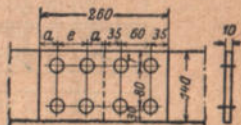
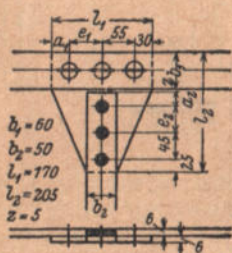
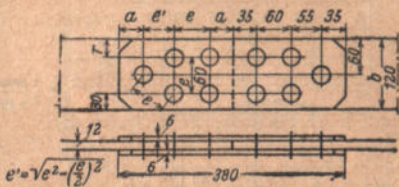
Найменші допускні віддалі між нютами в рівнобоких кутівках за німецьким нормальним сортаментом є в таблиці DIN 998, аркуш 1—3. Уміщені в книзі Грегора.

### Е. Розміщення нют на іншому обрисовому залізі

Потрібні вказівки про найбільші допускні діаметри нют у полицях німецьких профілів подано у випусках DIN 996 і 997, табл. 28—35.

Нюти в полицях треба розміщати за таких самих умов як і в кутівках. Загальне співвідношення відстані нют  $a$  і віддалі до краю полиці  $e$  видно із рис. 40—43.

Таблиця до стор. 38.







У широкополічному двотетовому перекрої нюти розміщують навшахи і тоді  $e' = \sqrt{e^2 - w_1^2}$  (рис. 44).



Рис. 40.



Рис. 41.



Рис. 42-43.

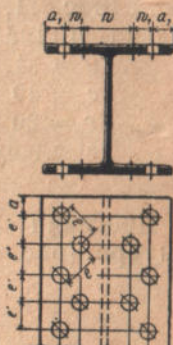


Рис. 44.

Якщо елементи принуютують до стінок профілів, то нюти треба розташовувати так, щоб їхні головки не дотулялися до округлих стінок—в тому місці, де переходить вона до полиць (рис. 45 і 46). Від крайньої нюти початку округлини має бути не менше, як  $1,5d$ . Крім того, висоту елемента  $h_1$  треба вибрати таку, щоб долучуваний елемент не доходив до округлини профіля (рис. 45 і 46).

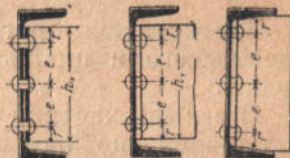


Рис. 45. Рис. 46. Рис. 47.

Таку звичайну злуку називають нещільною. Висоту  $h_1$  здобути легко за таблицями сортamentів. Вона залежить від співвідношення  $h_1 : s$ .

Не так часто злуку дотуляють якнайщільніше. При цьому краї прилучуваних елементів треба припасувати до округлини (рис. 47); крайні нюти можна поставити ближче до початку округлини і через це можна побільшити віддаль між середніми нютами. Треба додержати поданого на рисунках 45—47 розміщення нют не тільки для  $\square$ -заліза, але так само і для  $\Gamma$ .



Якщо с стінці гребя розмістити кілька рядів нют, то їх ставлять паралельно (рис. 10, табл. 3) або навшахи (рис. 11, табл. 3). Як нюті розташовують паралельно, мінімальні основні розміри такі:

$$d = 14 \quad 17 \quad 20 \quad 23 \quad 26 \text{ мм}$$

$$e = 40 \quad 50 \quad 60 \quad 70 \quad 80 \text{ мм} \infty = 3 d$$

$$r = 20 \quad 25 \quad 30 \quad 35 \quad 40 \text{ мм} \infty = 1,5 d.$$

$e^1$  здобувають за раніше поданими вказівками.

## 2. ПРОГОНИЧНІ ЗЛУКИ

Прогонич складається із головки, стрижня з різью і мутри (рис. 48).

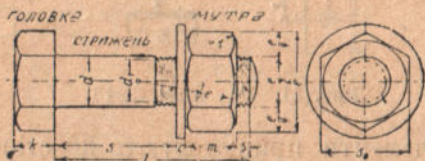


Рис. 48.

**Застосування прогоничів.** Прогоничі застосовують здебільшого в цивільному і виробневому виробництві тоді, як:

1) залізні частини злучають із чавуном або іншим матеріалом, що його не можна нютувати;

2) загальна довжина злучуваних частин більша від 4—5-кратної гнубини нюті;

3) немає місця де б можна було поставити замичну головку;

4) як злука має бути рухома;

5) можуть відірватись нютіві головки від чину сили уздовж осі нюті;

6) щоб споруда була рознімана, як вона тимчасова (наприклад, риштовання, помости, виставкові будинки),

7) нютувати там, де будують не можна або невідгідно.

Звичайно в прогоничах і мутрах різь одониткова за вітвортовою системою, а розміри самого прогонича,

Його мутри й шайби зазначені у довідкових таблицях ЗСТ 132—143, 144—147, 148—149. На рисунку 49 подано різь вітвортової системи, на рисунку 50—інтернаціональну (метричними метрами). Відрізняють зовнішній діаметр різі  $d$  і внутрішній діаметр прогонича  $d_1$  (рис. 49, 50).

Головку прогонича й мутри роблять звичайно шестикутню (рис. 48), при цьому висота головки  $k = 0,8 d$ , а мутри  $m = d$ , якщо  $d$  — діаметр прогонича. Діаметр різі мутри приблизно дорівнює діаметрові прогонича;  $h$  — величина відстані і  $t_1$  — глибина нарізування (рис. 49—50). Шайбу прокладають між мутрою і злучуваним прогоничами елементом. Вона потрібна на те, щоб мутра не ушкоджувала елементи. Мутри загвинчують ключами із прорізом  $= s$ . Довжину прогонича вибирають таку, щоб різь не заходила в отвір у злучуваних частинах конструкцій, її довжину визначають за рисунком 48:  $l = s + c + m + 5$  мм, де  $s$  — глибина спрогоничуваних частин. Довжину прогонича звичайно заокруглюють до 0 або 5 мм.

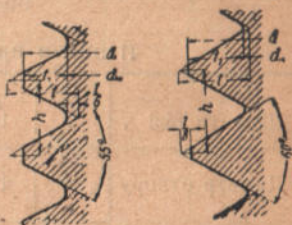


Рис. 49-50.

**Розміщення прогоничів.** Віддаль між прогоничами має бути така, щоб можна було загвинтити ключем їхні мутри; найменша віддаль дорівнює  $3, 5 d$ . Про віддалі до краю елемента і до його кінця дійсне все сказане раніше про нюті. Прогоничі в стінках кутівок треба установити так, щоб можна було зручно їх ставити, а так само загвинчувати мутри.

Звичайно злучають простими (неприпасованими) прогоничами, стрижень яких не заповнює отвір—не те що припасовані (шліфовані).

Прогоничі роблять сталеві. Як їх випробовують,—про це подано в нормах НКШС.

У вертикальних прогоничах головка має міститись вгорі, тоді, як розгвинтиться, прогонич вже не випаде.



**Позначання прогоничів.** У німецьких нормах є обов'язкові позначки прогоничів за DIN 139, подані далі у таблиці. У ній є позначки прогоничів у пляні. Якщо прогонич подано в масштабі 1 : 10 і менше, попадає у розрізі, то його виображають так, як це показано на рисунку 51, а як масштаби рисунка більші—виображають дійсні розміри, або простіше—за DIN 27 на рис. 52 і 53.

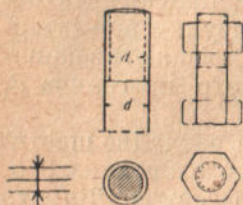


Рис. 51. Рис. 52. Рис. 53.

**Позначки прогоничів у DIN 139**

Діаметр різі .	$\frac{5}{16}$ 8	$\frac{3}{8}$ 10	$\frac{1}{2}$ 12,39	$\frac{5}{8}$ 15,53	$\frac{3}{4}$ 18,68	$\frac{7}{8}$ 21,81	1" 24,93 мм
Діаметр отвору	9	11	14	17	20	23	26 мм
Діаметр стрижня . . . . .	6,13	7,49	9,99	12,92	15,80	18,61	21,34 мм
Попереч. перекрій стрижня	0,295	0,441	0,784	1,311	1,960	2,720	3,575 см <sup>2</sup>
Позначки. . . . .							

Діаметр різі. . . . .	$1\frac{1}{8}$ 28,04	$1\frac{1}{4}$ 31,21	$1\frac{3}{8}$ 34,30	$1\frac{1}{2}$ 37,48	$1\frac{5}{8}$ 40,53	$1\frac{3}{4}$ " 43,7 мм
Діаметр отвору . . . . .	30	33	36	39	42	46 мм
Діаметр стрижня . . . . .	23,93	27,10	29,51	32,68	34,77	37,95 мм
Поперечний перекрій стрижня . . . . .	4,497	5,770	6,837	8,388	9,495	11,310 см <sup>2</sup>
Позначки. . . . .	Кругл. отв. із розміром					

Діаметр різі дорівнює приблизно діаметрові прогонича.

**Розрахунок прогоничів.** Якщо зусилля передається на прогонич так само, як і на нюту, то їх так самісінько як і нюту розраховують на зріз і зминання. У звичайних прогоничах за розрахунковий діаметр мають діаметр стрижня, в припасованих (шліфованих)—діаметр діри. Допускні напруги подано у розділі VI.

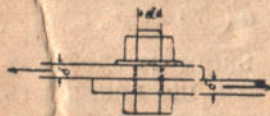


Рис. 54.

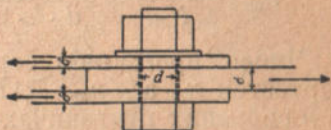


Рис. 55.

Якщо  $d$  — діаметр звичайного прогонича, то при однозрізній злуці (рис. 54).

Опір одного прогонича на зріз:

$$N'_{зр} = d^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \tau_{доп} \text{ кг.}$$

Опір одного прогонича на зминання:

$$N_{зм} = d \cdot \delta \cdot \sigma_{зм \text{ доп}} \text{ кг.}$$

Як злука двозрізна (рис. 55):

$$N''_{зр} = 2 \cdot d^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \tau_{доп} \text{ кг,}$$

$$N''_{зм} = d \cdot \delta \cdot \sigma_{зм \text{ доп}} \text{ кг.}$$

Сказане про нюту стосується й  $\delta$  і  $2\delta'$ . Якщо  $S$  — перелаване зусилля стиску або розтягу, то треба стільки прогоничів при однозрізній злуці:

на зріз:

$$n'_{зр} = \frac{S}{N'_{зр}} = \frac{S}{d^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \tau_{доп};}$$



$$n_{зм} = \frac{S}{N_{зм}} = \frac{S}{d \cdot \delta \cdot \sigma_{зм доп}}$$

в двозрізній злуці;

на зріз: 
$$n_{зр} = \frac{S}{N''_{зр}} = \frac{S}{2 \cdot d^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \tau_{зм доп}}$$

на зминання:

$$n_{зм} = \frac{S}{N_{зм}} = \frac{S}{d \cdot \delta \cdot \sigma_{зм доп}} \text{ или } \frac{S}{d (2\delta') \sigma_{зм доп}}$$

Число прогоничів беруть за більшим із здобутих вартостей  $n_{зм}$  або  $n_{зр}$ . Дійсні напруги, що виникають у  $n$  вибраних прогоничах здобудемо за тією самою формулою, що й для нют (див. стор. 35). Отже знов пояснювати це прикладами нема чого.

У припасованих шліфованих прогоничах замість діаметра прогонича беруть діаметр отвору. Іншим чим розрахунок ніяк не відрізняється від попереднього.

Якщо на прогоничі чинять розтяжні сили по їх осі, то зусилля передається через різь на мутру. Тому до розрахунку беруть внутрішній діаметр різі. Допуска напруга меншає до 900 кг/см<sup>2</sup>.

Розрахунок. Якщо розтяжна сила  $S$  чинить по осі прогонича,  $d_1$  — внутрішній діаметр різі (рис. 48), то кожний прогонич може сприйняти силу

$$N_p = d_1^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \sigma_{доп} \text{ і довідаємося, що прогоничів треба}$$

$$n_p \cdot N_p = S$$

$$n_p = \frac{S}{N_p} = \frac{S}{d_1^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \sigma_{доп}} \quad (25)$$

Як поставлено  $n$  прогоничів, то напруга, що виникає в стрижні прогонича:

$$\sigma_p = + \frac{S}{n \cdot d^2 \cdot \frac{\pi}{4}} < \sigma_{доп} \quad (26)$$

де  $S$  в кг,  $d, d_1, \delta, \delta^1$  в см,  $\tau, \sigma_{зм}, \sigma_p$  в кг/см<sup>2</sup>.

Із заданого числа прогоничів легко здобути потрібний діаметр їх, як відома допускна напруга.

Як уже сконструювали злуку, треба завжди перевірити дійсні напр.ги. Вони мають бути не більші від допускних.

На поданих рисунках зображено приклади, коли саме злучають прогоничами.

На рисунку 56 бачимо, як саме прикріплюють полицю  $\square$  до чавунної плити. А як полиця спадиста, то між мутрою і полицею  $\square$  покладено переліжку, спад якої такий самий (8%), що й полиці коритця. Всякі можливі підкладки для  $\square$  і  $\square$  заліза зібрано у нормальних таблицях DIN 434 і 435.

На рисунку 57 подано другий приклад, де злучають прогоничами. Консоля, що складається із кутівок

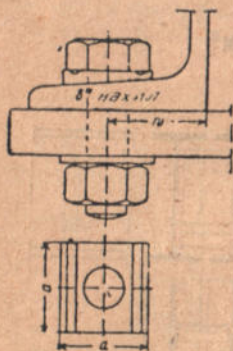


Рис. 53.

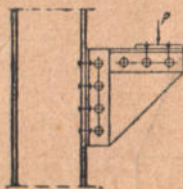


Рис. 57.

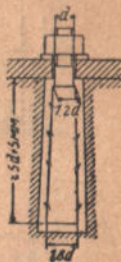


Рис. 58.

і аркушевого заліза, прикріплена прогоничами до вертикального елемента; прогоничі сприймають розтяжні зусилля, напрямлені уздовж їхньої осі. Крім того, вони роблять на зріз.

Чавунні консолі, а так само кремпілі із валами, злучають із стінками, трямами і колонними прогоничами. Докладніше про це дивись у DIN 117, 119, 187 і 194<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> У нас не нормовано.



Фундаментними прогоничами (рис. 58) злучають основи колон із фундаментами; як в розтяжні сили, їх скріплюють анкерними прогоничами. Стяжними прогоничами і обрисовими переліжками подвоюють обрисові профілі.

## Х. Визначення розмірів окремих елементів

Якщо  $S$ —стискна або розтяжна сила в кг, що чинить по осі стрижня,  $F$ —площа поперечного перекрою стрижня в  $\text{см}^2$ ,  $\sigma_{\text{доп}}$ —допускна напруга в  $\text{кг}/\text{см}^2$ , то

$$F \cdot \sigma_{\text{доп}} = S. \quad (27)$$

Як користуватись цією формулою, з двох відомих величин можна здобути третю—невідому. Хай треба визначити:

$$F_{\text{потр}} = \frac{S}{\sigma_{\text{доп}}} \text{ в } \text{см}^2.$$

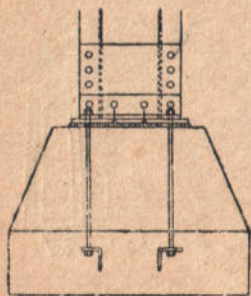


Рис. 59.

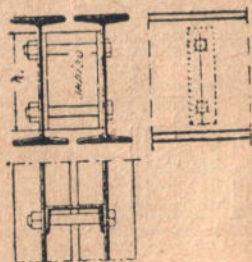


Рис. 60.

Якщо  $S$ —розтяжна сила, то із загального поперечного перекрою стрижня треба відняти площу ньотових і прогоничних дір. На рисунку 29 подано штабове залізо із одним рядом ньот. Якщо  $b$ —ширина штаби,  $t$ —її грубину і  $d$ —діаметр ньотових дір, то перекрій буде такий:

$$F_{\text{н}} = (b \cdot t - d \cdot t) = (b - d) t.$$

Цей перекрій  $F_n$ —і називають робочим, корисним (перекроєм-нетто).

Треба додержати рівності.

$$\text{Потрібний } F_n = \frac{S}{\sigma_{\text{доп}}} \text{ в см}^2 \quad (28)$$

Якщо  $S$ —стискаюча сила, то нютів діри не відніматися. Отже, до розрахунку беруть увесь перекрій (брутто).

$$\text{Потрібний } F_{\text{бр}} = \frac{S}{\sigma_{\text{доп}}} \quad (29)$$

Щоб не випиналися, стискні стрижні роблять досить цупкі; тепер навіть розтягнуті стрижні не роблять із штабового заліза.

**Приклад 1.** Штабове залізо з одним рядом нют  $b = 88$  мм,  $t = 12$  мм,  $d = 23$  мм.

Перекрій брутто —  $F_{\text{бр}} = F = 8.1,2 = 9,60 \text{ см}^2$ .

Перекрій нетто —  $F_n = (8-2,3) 1,2 = 6,84 \text{ см}^2$ .



Рис. 61.



Рис. 62.



Рис. 63.

**Приклад 2.**  $\perp$  75.75.12 (рис. 61).

$F_{\text{брутто}} = 16,67 \text{ см}^2$  (ЗСТ 14).

$F_{\text{нетто}} = 16,7 - 2,3 \cdot 1,2 = 13,91 \text{ см}^2$ .

**Приклад 3.**  $\perp$  150.100.12 (рис. 62).

$F_{\text{брутто}} = 28,74 \text{ см}^2$  (ЗСТ 15).

$F_{\text{нетто}} = 28,74 - 2 \times 2,3 \times 1,2 = 23,22 \text{ см}^2$ .

**Приклад 4**  $\square$  № 24 (рис. 63).

$F_{\text{брутто}} = 44,28 \text{ см}^2$  (ЗСТ 17):

$F_{\text{нетто}} = 44,28 - 2 \cdot 2,3 \cdot 1,2 = 38,76 \text{ см}^2$ .

**Приклад 5.**  $\square$  № 30 (рис. 64).

$F_{\text{брутто}} = 62,30 \text{ см}^2$  (ЗСТ 17).

$F_{\text{нетто}} = 62,30 - 2 \cdot 2,6 \cdot 1,65 = 53,73 \text{ см}^2$ .

$F_{\text{нетто}} = 62,30 - 2 \cdot 2,6 \cdot 1,65 = 53,73 \text{ см}^2$ .

$F_{\text{нетто}} = 62,30 - 2 \cdot 2,6 \cdot 1,65 - 2 \cdot 2,6 \cdot 1,65 = 45,14 \text{ см}^2$ .

Останній перекрій довелося б розглядати тоді, як розколина у полиці дійшла стінки і пройшла в її найвуглишому перекрої (за вертикальним рядом нют).



**Приклад 6.**  $\Gamma$  45 (рис. 65).

$$F_{\text{брутто}} = 147,00 \text{ см}^2 \text{ (ЗСТ 16).}$$

$$F_{\text{нетто}} = 147,00 - 4,2, 6, 2, 4 = 124,0 \text{ см}^2.$$

**Приклад 7.**  $\perp$  65.100.10 (рис. 66).

$$F_{\text{брутто}} = 2.15,59 = 31,18 \text{ см}^2 \text{ (ЗСТ 15).}$$

$$F_{\text{нетто}} = 31,18 - 2(2,6 + 2,0) \cdot 1,0 = 25,98 \text{ см}^2.$$

**Приклад 8.** Розтяжну силу 11280 кг сприймає штабове залізо завгрубишки 13 мм,  $\sigma = 1200 \text{ кг/см}^2$ . Діаметр нют  $d = 23 \text{ мм}$  (рис. 67). Якого треба перекрою при одноазізних нютах?

$$F_{\text{н}} = \frac{S}{\sigma_{\text{доп}}} = \frac{11280}{1200} = 9,40 \text{ см}^2.$$

$$F_{\text{н}} = t \cdot (b - d) = F_{\text{н, потріби}} = 9,40 \text{ см}^2.$$

$$b \cdot t - d \cdot t = 9,40, b = \frac{9,4}{t} + d = \frac{9,4}{1,3} + 2,3 = 9,53 \text{ см}^2.$$

Як ширина штаби  $b = 100 \text{ мм}$ .

$$F_{\text{нетто}} = (10 - 2,3) \cdot 1,3 = 10,01 \text{ см}^2.$$

у ній виникнуть напруги:

$$\sigma = + \frac{S}{F_{\text{н}}} = + \frac{11280}{10,01} = + 1127 \text{ кг/см}^2 < 1200 \text{ кг/см}^2$$



Рис. 64.

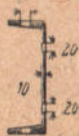


Рис. 65.



Рис. 66.

**Приклад 9.** Стиску силу 27000 кг має сприйняти одна рівнобока кутівка. Яка має бути площа кутівки і напруга, що в ній виникає?

$$\sigma_{\text{доп}} = 1200 \text{ кг/см}^2$$

$$F_{\text{н}} = \frac{S}{\sigma_{\text{доп}}} = \frac{27000}{1200} = 22,5 \text{ см}^2.$$

На це досить  $\perp$  100.100.12  $F_{\text{бр}} = 22,73 \text{ см}^2$

$$\sigma = \frac{S}{F_{\text{бр}}} = \frac{27000}{22,73} = 1188 < 1200 \text{ кг/см}^2.$$

Стиснуті стрижні розраховують, крім того, ще й на поперечний згин.

**Приклад 10.** Яке  $\square$  залізо може сприйняти розтяжну силу в 31600 кг, якщо стінку прийнятовано до другого елемента 20 мм нютами і  $\sigma_{\text{доп}} = 1200 \text{ кг/см}^2$  (рис. 68).

$$F_{\text{бр}} = \frac{S}{\sigma_{\text{доп}}} = \frac{31600}{1200} = 26,33 \text{ см}^2.$$

Взято  $\square$  ЗСТ 20.  $F = 33,93 \text{ см}^2$ .

$$F_{\text{н}} = 33,93 - 2 \cdot 2,0 \cdot 0,085 = 30,53 = 30,53 > 26,33 \text{ см}^2.$$

В ньому виникнуть напруги

$$\sigma = \frac{S}{F_{\text{н}}} = + \frac{31600}{30,53} = 1037 < 1200 \text{ кг/см}^2.$$

Правило, подане на сторінці 18, можна прочитати тепер так:

а) взято  $F_{\text{бр}} \geq F_{\text{бр}}$  для стиснутих стрижнів  
 взято  $F_{\text{нетто}} \geq F_{\text{нетто}}$  розр. для витягнут. стриж. } (30)

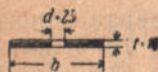


Рис. 67.

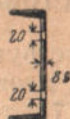


Рис. 68.



Рис. 69.

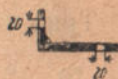


Рис. 70.

На практиці доводиться здебільшого здибуватися із аналогічними до роглянутих раніше випадками, коли, маючи дані про силу і допускну напругу, здобувають потрібний перекрій.

Треба здобути силу, сприйману перекроєм

$$S = - F_{\text{бр}} \cdot \sigma_{\text{доп}} \text{ на стиск} \quad (31)$$

$$S = + F_{\text{нетто}} \cdot \sigma_{\text{доп}} \text{ на розтяг} \quad (32)$$

**Приклад 11.** Яку силу може сприйняти кутівка  $\square$  100.100.12, полиці якої прийнятовані нютами  $d = 23 \text{ мм}$ , якщо  $\tau = 1000 \text{ кг/см}^2$ ;  $F_{\text{бр}} = 22,73 \text{ см}^2$ ;  $F_{\text{нетто}} = 22,73 - 2 \cdot 2,3 \cdot 1,2 = 17,21 \text{ см}^2$  (рис. 69);  $S = F \cdot \sigma = + 17,21 \cdot 1000 = 17210 \text{ кг}$ .



**Приклад 12.** Яку стиску і розтяжну силу може сприйняти кутівка  $\square$  65.100.12 якщо в обох її полицях поставлено нютя 20 мм у діаметрі і  $\sigma_{\text{доп}}$  на стиск і розтяг — 1200 кг/см<sup>2</sup> (рис. 70).

на стиск  $S = -F\sigma_{\text{доп}} = -18,45 \cdot 1200 = -22140$  кг.

на розтяг  $S = +F\sigma_{\text{доп}} = + (18,45 - 2 \cdot 2,0 \cdot 1,2) \cdot 1200 = +16380$  кг.

в) Визначають утворювану в перекрої напругу для стисної сили

$$\sigma = - \frac{S}{F} \leq \sigma_{\text{доп}} \quad (33)$$

$$\text{для сили, що розтягає } \sigma = + \frac{S}{F} < \sigma_{\text{доп}} \quad (34)$$

Обидві вартості мають бути менші від допускних напруг. У правій частині формули підставляємо замість  $F_{\text{бр}}$  і  $F_{\text{нетто}}$  розрахунковий (конструктивний) перекрій, а не потрібний.

Ставлячи прогоничі, розраховувати маємо за попереднім. Приклади див. в розділі XII-а.

## XI. Вальцовані й нютовані трями

Трям—це горизонтальна конструкція, сперта одною (рис. 71), двома (рис. 72) і більше (рис. 73) точками; обтяг тряма звичайно, вертикальний. Ці сили намагаються зігнути вісь тряма і того вона згинається. Розрахунок на згин трямів докладно подано у всякому курсі опору матеріалів і статyki. Отже, цей розрахунок тут не розглядатимемо та це й не наше

завдання; тут лише подамо приклади, як конструювати трями.

### а) Вальцовані трями

Вальцовані трями (обрисового заліза) профілів  $\Gamma$  і  $\square$  беруть лише тоді, як невелик і прогони і незначні обтяги.

Двотетове залізо (I) застосовують у цивільному будівництві, здебільшого на міжповерхові і горищані прогони (рис. 74). Крім того, ним перекривають віконні пройми; інколи ці трями тримають стіни. Кінці їх укладають або просто на муровання (рис. 75) або ж підкладають під них підкладні із залізного аркуша,



Рис. 74.

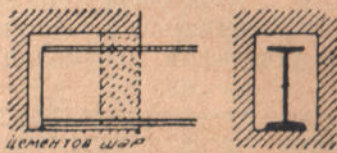


Рис. 75.

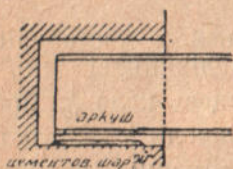


Рис. 76.

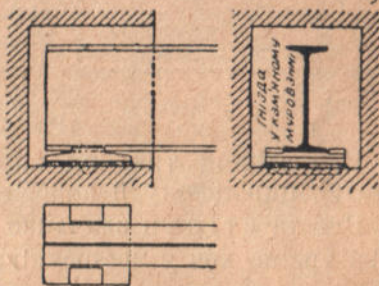


Рис. 77.

чавуну, а як великий тиск—із сталевого литва (рис. 76, і 77). Щоб вирівнювати поверхню кам'яного муровання і можна було рівномірно передавати тиск, між підкладнем і мурованням треба настилати цементовий прошар, як це показано на рисунках 75—77.

Якщо трям із двома профілями, то щоб не зміщувались один проти одного, обидва профілі скріплюють на опорах і через кожні 1,5—2,0 м один з одним. Цю злуку подано на рисунку 60.

Щоб побільшити опір трямів, до їх полиць прикріплюють горизонтальні аркуші.



## б) Ньютовані трями

Якщо звичайного вальцьованого тряма не досить, щоб сприйняти увесь обтяг, то тоді ставлять ньютований трям, зроблений із кутівок, вертикальних і горизонтальних—знютованих один до одного—аркушів. До вертикального аркуша, що його звать стінкою, нагорі і внизу з двох боків принютовують кутівки, а до них вже горизонтальні штаби; кутівки і горизонтальні аркуші утворюють тоді полиці тряма (рис. 78).

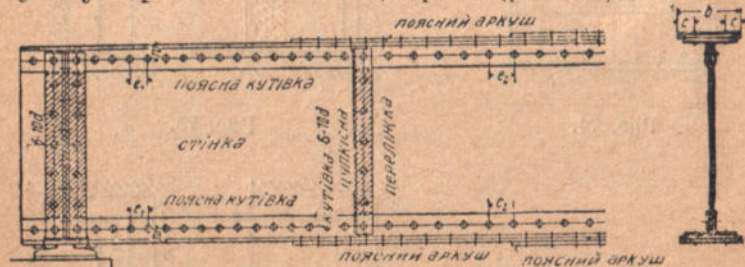


Рис. 78.

Ньютованими трямами користуються у мостобудівництві, цивільному й виробничому будівництві.

Висота стінки звичайно буває щось коло  $\frac{1}{10}$  прогона тряма, хоч у мостобудівництві інколи і вживають трямів заввишки лише  $\frac{1}{16}$  прогона. Найменша грубина стінки 8 мм.

Полиці роблять у цивільному будівництві із кутівок; величина полиць не менша, як 65 мм, у мостобудівництві—не менша, як 80 мм. Коли кутівки не рівнобікі, велику полицю ставлять горизонтально.

Горизонтальних штаб буває від 1 до 3, а інколи і 4, як грубина 6—10 мм і більше. Край штаб мають виступати за край кутівок (звисок) не менше, як на 5 мм. При одному аркуші звисок полиці (віддаль від крайньої нюти до краю штаби) має бути не менший як  $4,5 d$ , при двох і більше аркушах—не більше як  $3 d$  (рис. 79), якщо їх не можна знютувати окремо один

з одним (рис. 80). Загальна г'рубина пояса, разом із полицями кутівок, має бути не більша, як  $3d$  ( $d$  — діаметр дір нют).



Рис. 79.



Рис. 80.

Довжина поясних аркушів. Якщо за законами статички сгинні напруги більшають до середини тряма, то поперечний перекрій треба так само побільшити до середини його. Коли по середині тряма є кілька горизонтальних аркушів, то їх можна зменшити в міру наближення до опори, тобто в міру зменшення момента (рис. 78).

Потрібну довжину аркушів визначають за розрахунком. Перший горизонтальний аркуш, прийотований до горизонтальних полиць кутівок, перекиває їх по всій довжині тряма, навіть тоді, як за розрахунком робити цього й не треба. Це роблять на те, щоб затулити щілину між кутівками й стінкою і тоді вже не доходитьме до них волога, а значить і не іржавітуть (рис. 81).

Нюти. Окремі елементи знютовують нютами, при цьому величину нют добирають як до величини знютовуваного елемента, відповідно до поданих раніше правил. Нюти у полицях кутівок ісунені одна проти одної (рис. 78 і 81). А як скільне зусилля у трямі більшає до опор, то відстань нют де далі до опор меншає, інакше кажучи нют на одиницю довжини більшає. Найменша відстань нют  $e = 3d$ , найбільша  $e = 10d$ . Точну величину відстані і визначають за розрахунком.

Усю довжину стінки трямів поділяють на частини цупкісні кутівки. Ці частини звуть панелями (рис. 78, 81). Звичайно, відстань нют на протязі одної панелі



зостається постійна і дедалі до середини прогона більшає (рис. 78).

Цупкісні кутівки ставлять на те, щоб стінки не випиналися від чину вертикальних зрізних сил. Якщо обтяг передається на верхній пояс то віддалі між кутівками має бути не менша, як 1,20—2,0 м\*. Цупкісні кутівки перекривають вертикальні полиці поясних

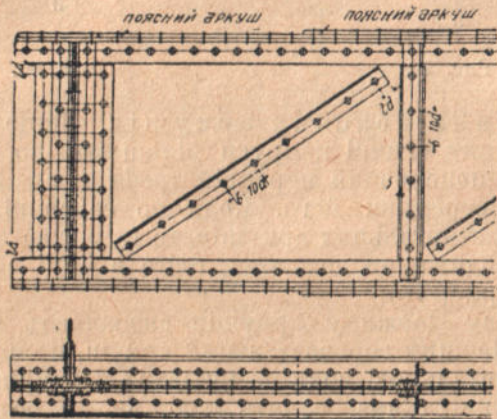


Рис. 81.



Рис. 82.



Рис. 83.

кутівок (рис. 78—81); в мостах на опорах їх звичайно точно припасовують відповідно до висоти тряма (рис. 81).

У цивільному будівництві вживають цупкісних кутівок не менше як  $\perp$  65 60.8, в мостобудівництві не менше як  $\perp$  80 80.10.

\* Про розрахунок цупкісних кутівок дивись проєкт технічних умов Держплану (проф. Стрілецький, „Куре мостів“, т. I).

Між цупкісними кутівками й стінками укладають переліжки, грубина яких така сама, як і поясных кутівок.

Звичайно переліжки виставляють по обидва боки кутівки на 5 мм (рис. 81). В мостобудівництві на опорах їх так розширюють, щоб по краях цупкісних кутівок міг уміститись іще ряд нют (рис. 81). На опорах ставлять звичайно 4 кутівки по 2 на кожен бік. У прогоні бажано ставити паристі кутівки.

Виштовхувати кутівки, не ставлячи переліжки, тепер не рекомендують (рис. 82 ліворуч).

Відстань нют у цупкісних кутівках  $e = 10 d$ .

За німецькими нормами у мостах, як віддаль між поперечними трямими більша ніж 2 м, стінки трямів треба укріпити ще й похилими кутівками, додільними до опор. Їх ставлять в крайньому разі по одному боці стінки (рис. 81). Відстань нют така сама, як і цупкісних кутівок. У цивільному і виробневому будівництві бажано ставити ці кутівки хоча б біля опорних панелів.

Якщо в мостах поперечки покладено безпосередньо на трями, то цупкісні кутівки треба ставити не рідше, як через 1,2—1,5 м (рис. 81).

У цивільному будівництві для нютованих трямів уживають таких самих опор, що й для вальцьованих. В мостах із великими прогонами ставлять котучі опори, подані на рисунку 83. Під кінці трямів кладуть сталеве литво, принутоване до них нютами впотай (рис. 78).

Розрахунок поперечних перекроїв нютованих трямів подано у всякому курсі мостів<sup>1</sup>.

## ХІІ. Злучання трямів

Щоб передавати невеликі зусилля, окремі елементи можна злучати так, як це бачимо на рисунках 84—86, при чому отут треба додержати всіх правил про нютові

<sup>1</sup> У проф. Патона „Курс мостів“; проф. Стрілецького, „Курс мостов“ тощо.



злуки. Елементи злучають один з одним під прямим кутом, тоді дотичні полиці обрізають перпендикулярно до осі або діагоналею (рис. 85). Як злука коса, елементи злучають один з одним загнутими накладками

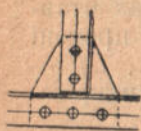


Рис. 84.

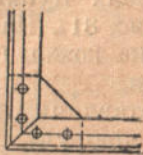


Рис. 85.

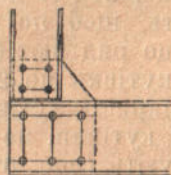


Рис. 86.



Рис. 87.

із аркушевого або штабового заліза (рис. 87). Якщо злука передає чималі зусилля, то треба вже точно розрахувати.

### а) Злучання вальцьованих трямів

Злучають вальцьовані трями кутівками і нютами або прогоничами. Кутівки звичайно не припасовують. Трями злучають під прямим кутом і їхні горизонтальні осі поміщені в одній площі. Як саме злучають — це видно із рисунку 88.

Якщо верхні або нижні полиці трямів уміщено в одній горизонтальній площі, то злучають так, як це виображено на рисунку 89. При цьому злучувані верхні або нижні полиці кутівок вирізають. Як в місце, то краще злучати верхню або нижню полицю меншого тряма

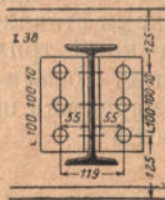
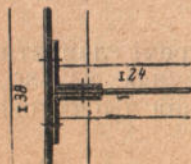
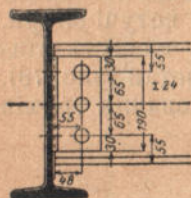


Рис. 88.



із більшою стінкою горизонтальною кутівкою (рис. 90), прикріплюваною 2—3 нютами.

Злучні кутівки бувають рівнобокі й нерівнобокі; їх прынятовуюць на выробні до дапамічных трымаў, а вільні поліці злучаюць із вертыкальнаю стінкаю—в цывільнаму будывніцтві, в мостобудывніцтві—нх тама, бо прогонічы отут крашче не ставіты; це того, што мосты завжды двігтыя і прогонічна злука швыдко разладнуецься

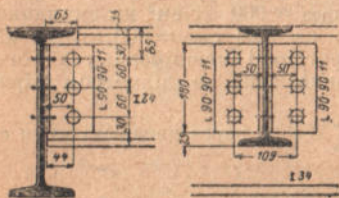


Рис. 89.

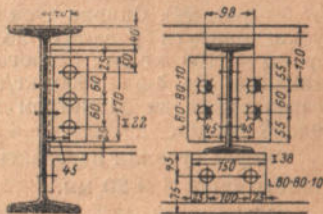


Рис. 90.

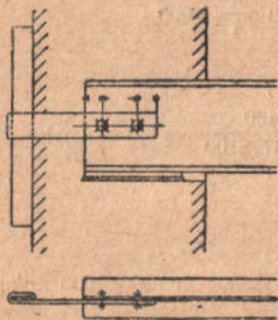


Рис. 91.

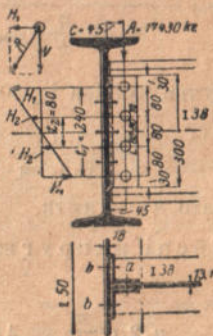


Рис. 92.

Давжына непрыпасаваных кутівак маз быты менша від высоты стінкі на грубыну обох поліцаў.

Злучных кутівак маз быты не менше як дві.

На кінцах умурованых у стінку трымаў э анкеры, што нымі закрэпляюць трыма ггорызонтальным напрамом і злучаюць стіны одну з адною, а надто, як на стінах устаноўлена трансмісіі. Таке злучаньня падаю на рысунку 91. Допуска напруга на розцяг анкерів маз быты не більша, як  $900 \text{ кг/см}^2$ .



## Розрахунок злук

Передаваний через трям' обтяг спричинює у місці злучення опорну реакцію  $A$ ; беручи до уваги це зусилля і маємо розрахувати злук<sup>1</sup>.

**Приклад.** Розрахувати й сконструювати злук  $\text{I NP 38}$  до  $\text{NP 50}$  (рис. 92). Опорне зусилля допоміжного тряма 17430 кг. Допускні напруги у нютах: на зріз  $\tau_{\text{доп}} = 900$  кг/см<sup>2</sup> на зминання дір  $\delta_{\text{зм}} = 2100$  кг/см<sup>2</sup>, в прогоничах; на зріз  $\tau_{\text{доп}} = 800$  кг/см<sup>2</sup>, на зминання дір  $\delta_{\text{зм}} = 1600$  кг/см<sup>2</sup>. Прогоничі нешліфовані, а того розраховують за діаметром прогонича, а не за діаметром діри, див. IX розділ.

Опорне зусилля передається із  $\text{I NP 38}$  через двозрізні нюти  $a$ , діаметр їхній  $d = 20$  мм.

Нют треба:

$$n_{\text{ар}} = \frac{A}{2 \cdot d^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \tau_{\text{доп}}} = \frac{17430}{2 \cdot 2,0^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 900} = 3,1 = 4 \text{ нюти.}$$

Злучна кутівка  $\text{L 80.80.10}$ :

$$n_{\text{зм}} = \frac{A}{d \cdot \delta \cdot \sigma_{\text{зм}}} = \frac{17430}{2,0 \cdot 1,37 \cdot 2100} = 3,0 = \text{нюти.}$$

Взято  $n = 4$  нюти.

Дійсні напруги:

$$\tau = \frac{A}{n \cdot 2 \cdot d^2 \cdot \frac{\pi}{4}} = \frac{17430}{4 \cdot 2 \cdot 2,0^2 \cdot \frac{\pi}{4}} = 694 \text{ кг/см}^2 < 900 \text{ кг/см}^2.$$

$$\sigma = \frac{A}{n \cdot d \cdot \delta} = \frac{17430}{4 \cdot 2,0 \cdot 1,37} = 1590 \text{ кг/см}^2 < 2100 \text{ кг/см}^2.$$

Довжина злучної кутівки при висоті  $\text{I}$  за 38  $h'$  дорівнює 30 см; беручи це до уваги, й призначаємо відстань нют.

Сила  $A$  передається із злучних кутівок на прогоничі  $b$ , що їх розраховують як однозрізні.

<sup>1</sup> В двох дальших прикладах zostавлено німецький нормальний сортамент  $\text{DIN}$ , бо як користатись нашим ЗСТ, то<sup>2</sup> довелось б не тільки змінити зівесь розрахунок, але й переробити рисунки.

Прогоничів треба:

Діаметр стрижня  $\Phi = 20$  мм.

$$n_{\text{эр}} = \frac{A}{d^2 \cdot \frac{\pi}{4}} = \frac{17430}{2,2^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 800} = 5,7 = 6 \text{ прогоничів.}$$

$$n_{\text{зм}} = \frac{A}{d^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \tau_{\text{доп}}} = \frac{17430}{2,2 \cdot 1,0 \cdot 1600} = 4,9 = 5 \text{ прогоничів.}$$

Взято  $n = 6$  прогоничів.

Дійсні напруги:

$$\tau = \frac{17430}{6 \cdot 2,2^2 \cdot \frac{\pi}{4}} = 765 \text{ кг/см}^2 < 800 \text{ кг/см}^2$$

$$\sigma = \frac{17430}{6 \cdot 2,2 \cdot 1,0} = 1320 \text{ кг/см}^2 < 1600 \text{ кг/см}^2.$$

Прогоничі зміщені проти нют.

Тут ще раз звертаємо увагу на те, що, розраховуючи, завжди маємо брати мінімальну глибину  $\delta$ , в даному разі для нют  $\delta = 1,37 < 2,1,0$ , а для прогоничів  $\delta = 1,0 < 1,8$  мм.

Практично, здебільшого розраховують зазначеним порядком, при чому беруть до уваги лише вертикальну складову опорного тиску.

Як нют поставлено в один ряд, опорна реакція чинить по осі нют (рис. 92). Того, крім зрізу, стається ще згин із моментом  $M_a = \text{сила} \times \text{плече} = A \cdot c$ , де  $c$  — у даному разі віддаль осі нют від грані стінки,  $w = 45$  мм. Цей момент так само мають сприймати нюті. Він спричинює у нютах горизонтальні сили  $H$  (рис. 92), що найдужче чинять у крайніх нютах (верхній і нижній). Момент у нютах дорівнює  $M_n = H_1 \cdot t_1 + H_2 \cdot t_2$ . А як у злучі маємо додержати рівноваги, то  $M_a = -M_n$ .

$$H_2 : H_1 = t_2 : t_1; H_2 = H_1 \frac{t_2}{t_1}$$
$$M_n = H_1 t_1 + H_1 \frac{t_2}{t_1} \cdot t_2 = H_1 \frac{t_1^2 + t_2^2}{t_1}$$



$$H_1 \cdot \frac{t_1^2 + t_2^2}{t_1} = A \cdot c; \quad H_1 = A \cdot c \frac{t_1}{t_1^2 + t_2^2} =$$

$$= 17430 \cdot 4,5 \frac{24^2}{24^2 + 8^2} = 2942 \text{ кг.}$$

Кожна із 4 нют сприймає вертикальну частину сили  $A$ , а саме  $V = \frac{A}{4} = \frac{17430}{4} = 4358 \text{ кг.}$  Із зусиль  $H_1$  і  $V$  здобудемо середнє зусилля, що чинить у крайніх нютах (рис. 92).

$$R = \sqrt{H_1^2 + V^2} = \sqrt{2942^2 + 4358^2} = 5258 \text{ кг.}$$

В крайніх нютах напруги найбільші, вони дорівнюють

$$\tau = \frac{R}{1.2 \cdot d^2 \frac{\pi}{4}} = \frac{5258}{1.2 \cdot 2,0 \cdot \frac{\pi}{4}} = 837 \text{ кг/см}^2 < 900 \text{ кг/см}^2$$

$$\sigma_{\text{зм}} = \frac{R}{1 \cdot d \cdot \delta} = \frac{5258}{1.2 \cdot 0,1,37} = 1910 \text{ кг/см}^2 < 2100 \text{ кг/см}^2.$$

Напругу здобули більшу, ніж за першого розрахунку. Цей другий розрахунок точніший. Того всі злуки рекомендують розраховувати другим способом. Розрахунок прогоничів зостається той самий.

Часто при великих опорних тисках, щоб розмістити нюти за високою тряма, доводиться їх ставити двома рядами (рис. 93). Нюти на прилучуваному трямі двозрізні, прогоничі однозрізні. Як є  $n$  нют, то кожна з них сприймає частину

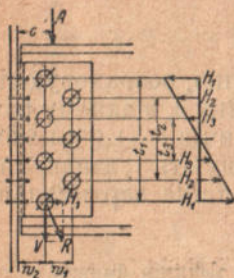


Рис. 93.

обтягу  $V = \frac{A}{n}$  кг. Якщо  $w_1$  — від-

даль між двома рядами нюти і  $w_2$  — віддаль від грані стінки до першого ряду нют, і число нют в першому ряду —  $n_1$ , у другому  $n_2$ , а всього  $n = n_1 + n_2$ , то плече опорного тиску  $A$  здобудемо за правилами статки із рівності:

$$A \cdot c = n \cdot V (w_1 + w_2) + n_2 \cdot V \cdot w_2 = n_1 \cdot \frac{A}{n} (w_1 + w_2) +$$

$$+ n_2 \cdot \frac{A}{n} \cdot w_2,$$

$$\text{де } c = \frac{1}{n} (n_1 \cdot w_1 + n_2 \cdot w_2 + n_1 \cdot w_2) = \frac{n_1}{n} \cdot w_1 = w_2.$$

За моментом  $M_a = A \cdot c$  і моментом нют  $M_n$  здобудемо найбільше горизонтальне зусилля  $H_1$ , в крайніх нютах.

$$M_n = H_1 \cdot t_1 + H_2 \cdot t_2 + H_3 \cdot t_3 = M_a = A \cdot c$$

$$H_2 : H_1 = t_2 : t_1; \quad H_2 = H_1 \cdot \frac{t_2}{t_1};$$

$$H_3 : H_1 = t_3 : t_1; \quad H_3 = H_1 \cdot \frac{t_3}{t_1}$$

$$H_1 \cdot t_1 + H_1 \cdot \frac{t_2}{t_1} \cdot t_2 + H_1 \cdot \frac{t_3}{t_1} \cdot t_3 = A \cdot c$$

$$\frac{H_1}{t_1} (t_1^2 + t_2^2 + t_3^2) = A \cdot c; \quad H_1 = A \cdot c \cdot \frac{t_1}{t_1^2 + t_2^2 + t_3^2}$$

далі  $R = \sqrt{H_1^2 + V^2}$ , відкіля здобудемо напругу в крайніх нютах. Прогоничі розраховують так само, як про це вже говорено.

У металевих мостах, звичайно, як вважати на момент у нютах, опорний тиск більшає на 20%, розраховують для 1, 2 А.



Рис. 94-а.

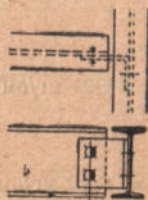


Рис. 94-б.

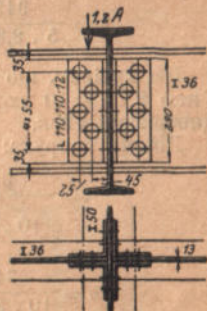


Рис. 95.

У поклітних будівлях доводиться часто злучати один з одним однакові заввишки трями; такі злучки подано на рисунку 94-а (горизонтальні трями злучені із вертикальними стояками). У Німеччині ці злучки нормовано. Злучають нерівнобікою кутівкою,



короткий бік якої прилягають до стінки трияма, а довгий—двома триямами до другої стінки (рис. 94-б).

Коли триями притикається двома боками, як це буває в мостах, в місці злучання подовжніх триямів до поперечних триямів проїзної частини розраховують на опорний тиск  $1.2 A$ , що чинить з одного боку трияма (рис. 95).

**Приклад.** Розрахувати прилучання подовжнього трияма до поперечного трияма проїзної частини моста (рис. 95). Поперечний триям I 50 подовжній NP I 36. Опорний тиск складається із власної ваги проїзної частини  $A_g = 0,53 \text{ т}$  і рухомого обтягу  $A_p = 28,03 \text{ т}$ , загальний тиск  $A = A_g + A_p = 0,53 + 28,03 = 28,56 \text{ т}$ . Побільшивши на 20%, здобудемо  $1,2 A = 1,2 \times 28,56 = 34,27 \text{ т}$ , на який і розраховуємо злуку.

Висота  $h_1$  злучної кутівки для I 36 дорівнює 29 см (рис. 95). Злучні кутівки I 110.110.12 прикріплено п'ятьма нютами  $d = 23 \text{ мм}$ . Нюти в подовжньому триямі двозрізні.

Дійсна напруга:

$$\tau = \frac{34270}{5 \cdot 2,3^2 \cdot \frac{\pi}{4}} = 825 \text{ кг/см}^2 < 1120 \text{ кг/см}^2$$

$$\sigma = \frac{34270}{5 \cdot 2,3 \cdot 1,3} = 2300 \text{ кг/см}^2 < 3500 \text{ кг/см}^2.$$

Цю кутівку, що притикається до поперечного трияма, злучають із нею  $2 \times 5 = 10$  нютам. Нюти однострізні, бо розраховують на однозрізний тиск.

Дійсна напруга:

$$\tau = \frac{34270}{10 \cdot 2,3^2 \cdot \frac{\pi}{4}} = 825 \text{ кг/см}^2 < 1120 \text{ кг/см}^2$$

$$\sigma = \frac{34270}{10 \cdot 2,3 \cdot 1,2} = 1240 \text{ кг/см}^2 < 3500 \text{ кг/см}^2.$$

В даному прикладі кількість нют не розрахована—їх число вибрано заздалегідь, із умов віддалі між нютами і число їх максимальне при заданих висотах злучуваних елементів,—того, що в даному випадку наше завдання—добутись, щоб злука була якнайцупкіша. Тільки тепер перевіримо дійсні напруги.

Звичайно злучна кутівка витикається за край стінки тряма на 6—12 мм; це буває тоді, як кутівка нерівна.

Якщо один трям укладають поверх другого, то полиці їхні припрогоничують один до одного, а кінці верхніх трямів злучають один до одного штабами, злученими прогоничами по боках їх стінки (рис. 96). Отут розраховувати вже нема чого.

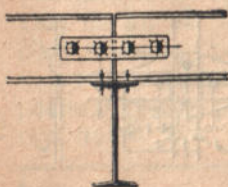


Рис. 96.

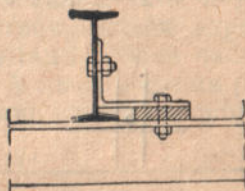


Рис. 97.

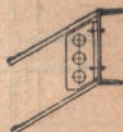


Рис. 98.

Як укласти і (прикріплити) латовання, видно із рисунку 97.

У Німеччині величини кутівки, прогонича, підкладки у злучках нормовано.

Підхідні у сходах, що підтримують сходи, підходять косо до сходових трямів (рис. 98); їх прикріплюють прогоничами. Розрахунок таких злук подано у курсах цивільних споруд.

### б) Прикріплення вальцьованих трямів до нютованих

Часто доводиться злучати вальцьовані поперечні трями мостів до нютованих (рис. 99). Їх злучають так само злучними кутівками і нютами. Щоб кутівки не випинались, міжзлучними кутівками і стінкою нютованого тряма укладають пер-ліжки. Проти місця, де притикається поперечний трям, звичайно ставлять одну або дві цупкісні кутівки. Однозрізні злучні нюти у нютованому трямі і дво-зрізні у вальцьованому розраховують за правилами на зріз і зминання дір, на опорний тиск  $1,2 A$  поперечного тряма.

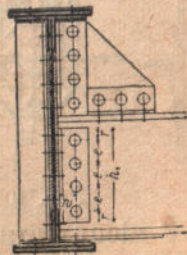


Рис. 99.



### ХІІІ. Перетин стрижнів

На рисунку 100-а і б видно, як перетинаються стрижні, коли передавані ними зусилля невеликі.

Як перехресні елементи — вітрові пов'язі мостів, зв'язані — витримують чималий обтяг, то розраховують за поданими раніше правилами.

Стрижні в місці перетину злучають кутівковою на-

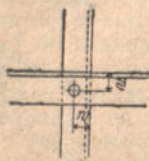


Рис. 100-а.



Рис. 100-б.

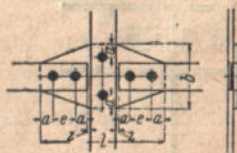


Рис. 101.

кладкою і нютами (рис. 101 і 102 а і б). У зв'язках, наприклад, головних зв'язках мостів і кроквових зв'язках, тепер уже не намагаються просто перетинати стрижні, роблячи в цих місцях стики.

### ХІV. С т и к и

Якщо стрижні довші від звичайного штабового або обрисового заліза, то стрижень складають за довжиною із окремих елементів, при чому треба побудувати отут ряд стиків.

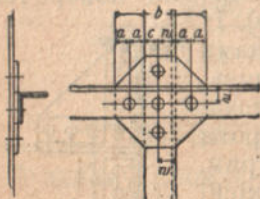


Рис. 102-а.

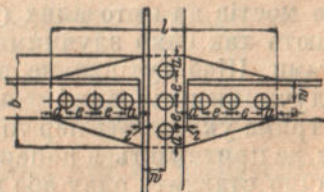


Рис. 102-б.

В місцях стику елемент кінчається і, отже, він сам там не може передавати зусилля і треба вжити заходів, щоб він робив нормально і безперервно.

Розраховуючи стики, відрізняють такі стики, що передають самі розтяжні й стискні сили від стиків, що передають так само й згинні зусилля.

## 1. Стики стиснутих і витягнутих елементів

а) Стик штабового заліза. Стикають завжди дво-бічними накладками. Такий стик передає тільки розтяг, бо як би був стиск, штаби одразу б вигнулися. Накладки злучені нютами з обома частинами елемента, що там кінчаються. А як за поданим раніше правилом, розраховуючи розтяжні елементи, беруть корисну площу нетто, то

*робочий перекрій накладок*  $\geq$  робочій площі штаби

Це правило пояснимо прикладом.

**Приклад.** Штабове залізо 22 см завширшки і 1,2 см завгрубшки (рис. 103) передає розтяжну силу у 28000 кг. Допуска напруга на розтяг  $\sigma = 1200$  кг/см<sup>2</sup>, для нют  $\tau = 900$  кг/см<sup>2</sup>,  $\sigma_{зм} = 2100$  кг/см<sup>2</sup>.

Нюти треба так установити, щоб перекрій ослабляла тільки одна нюта (див. розділ XV). Якщо діаметр нюти 22 мм, то робочий перекрій штаби дорівнює  $F_n = (22 - 2,0) \times 1,2 = 24$  см<sup>2</sup>.

Розтяжна напруга, що виникає у штабі

$$\sigma = + \frac{28000}{24} = 1160 \text{ кг/см}^2 < 1200 \text{ кг/см}^2.$$

Н ю т т р е б а:

$$n_{зр} = \frac{28000}{2,2,0^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 900} = 4,9 = 5 \text{ нют.}$$

$$n_{зм} = \frac{28000}{2,0 \cdot 1,2 \times 2100} = 5,6 = 6 \text{ нют.}$$

За глибину злучуваних частин прийнято глибину штаби, бо які саме завгрубшки накладки—невідомо, крім того, глибина їх буде у всякому разі не менша від площі штаби.



Зусилля передається на обидві частини штаби. Отже, 6 нют треба поставити по обидва боки стика.

Установляючи нютти, маємо додержувати поданих раніше правил.

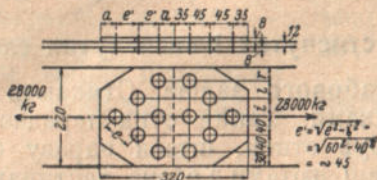


Рис. 103.

Дійсні напруги:

$$\sigma = \frac{28000}{6 \cdot 2,2 \cdot 0,2^2 \cdot \frac{\pi}{4}} = 744 \text{ кг/см}^2 < 900 \text{ кг/см}^2,$$

$$\tau = \frac{28000}{6 \cdot 2,0 \cdot 1,2} = 1944 \text{ кг/см}^2 < 2100 \text{ кг/см}^2.$$

Поперечний перекрій накладок. Накладки передають розтяжні сили з одного боку стика на один. Накладки сприймають через кожну нюту частину сили, аж поки вся накладка не сприйме у місті стик усе чисто розтяжну силу. Отже, по цьому останньому ряду нют і лежить корисний перекрій. Якщо  $\delta_1$ —глибина одної накладки, то корисна робоча площа в перекрої обох накладок  $F_n' = 2 \cdot (22 - 3,2,0) \cdot \delta_1$ . Ця площа має бути не менша від робочої площі штабового заліза:

$$2 \cdot (22 - 3,2,0) \cdot \delta_1 = 24,$$

відкіля глибина одної накладки:

$$\delta_1 = \frac{24}{16,2} = 0,75 - 0,8 \text{ см.}$$

Конструктивна робоча площа обох накладок

$$2 \cdot (22 - 3,2,0) \cdot 0,8 = 25,6 \text{ см}^2.$$

Розтяжна напруга, що виникає в накладках

$$\sigma = + \frac{28000}{25,6} = + 1090 \text{ кг/см}^2 < 1200 \text{ кг/см}^2.$$

б) Стик кутівок. Найпростіше стикати окремими штабами, прийютовуваними на кожну полицю злучуваних кутівок (рис. 104).

Приклад. Стик кутівок має передати розтяжну силу в 9850 кг (рис. 104). Допускна напруга розтягу в самому елементі  $\sigma = 800$  кг/см<sup>2</sup>. Діаметр нюту—22 мм, допускні напруги в них  $\tau_{зр} = 720$  кг/см<sup>2</sup>;  $\sigma_{зм} = 1440$  кг/см<sup>2</sup>. Перекривають стик двома штабами. Нюти однозрізні.



{ Рис. 104.

Потрібний перекрій:

$$F_{\text{потрібн.}} = \frac{9850}{800} = 12,32 \text{ см}^2.$$

За рисунком 104, в якому завгодно перекрої встановлено не більше як 1 нюту (див. розділ IX). Вибрано перекрій  $\lfloor 80.80.10$  з площею

$$F_{\text{потрібн.}} = 15,1 - 2,0 \times 1,0 = 13,1 \text{ см}^2 > F_{\text{потрібн.}}$$

Напруга, що в ньому виникає

$$\sigma = + \frac{9850}{13,1} = + 752 \text{ кг/см}^2 < 800 \text{ кг/см}^2.$$

Нют у злучі треба:

$$n_{зр} = \frac{9850}{2,0^4 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 720} = 4,3 = 5 \text{ нют.}$$

$$n_{зм} = \frac{9850}{2,0 \cdot 1,0 \cdot 1140} = 3,4 = 4 \text{ нюти.}$$

Хоч досить і  $n = 5$  нют по обидва боки стика, то проте, щоб була однакова напруга в нютах, встановлюємо по три нюти на кожній полиці, а разом  $n = 2 \cdot 3 = 6$  нют.

Напруга, що виникає в нютах

$$\tau = \frac{9850}{6 \cdot 2,0^2 \cdot \frac{\pi}{4}} = 522 \text{ кг/см}^2 < 720 \text{ кг/см}^2;$$

$$\sigma = \frac{9860}{6 \cdot 2,0 \cdot 1,0} = 820 \text{ кг/см}^2 < 1440 \text{ кг/см}^2.$$



Потрібний перекрій накладок. Кожна накладка заміняє одну полицю кутівки, а того її площа має бути не менша як  $8.1,0 \text{ см}^2$ .

Корисна площа обох накладок за рисунком 104.

$$F_{1\text{потрібн.}} = (8 - 2,0) 1,0 + 8.1,0 = 14 \text{ см}^2 > F_n.$$

Напруга, що виникає у накладках

$$\sigma = + \frac{9850}{14} = + 704 \text{ кг/см}^2 < 800 \text{ кг/см}^2.$$

Правильніше було б перевірити робочу площу  $F_{2\text{потрібн.}}$ , бо як станеться зруйнування, розколина появиться у найнебезпечнішому місці по 2 сусідніх нютах у обох полицях (рис. 104). Отут для  $\perp 80.80.10$  із  $F_{2\text{потрібн.}} = 15,1 = 2.2.0.1,0 = 11,1 \text{ см}^2$ .

Отже, вибраний вище перекрій недостатній. Виберемо кутівку  $\perp 80.80.10$  із  $F_{2\text{потрібн.}} = 17,0 - 2.2.0.1,2 = 13,1 \text{ см}^2 > F_{2\text{потрібн.}}$  є достатня, відкіля:

$$\sigma = + \frac{9850}{13,1} = + 752 \text{ кг/см}^2 < 800 \text{ кг/см}^2.$$

Н ю т т р е б а:  $n_{\text{эр}} = 5$

$$n_{\text{зм}} = \frac{9850}{2,0.1,2.1440} = 2,8 = 3 \text{ нютам,}$$

тобто практично знов ставимо 6 нют.

Корисну площу накладок  $80.1,9 \text{ см}$ .

$$F_{n2} = 2 (8,0 - 2,0) 1,2 = 14,4 \text{ см}^2 > F_n \text{ кутівки.}$$

Чинна в них напруга

$$\sigma = + \frac{9850}{14,4} = + 684 \text{ кг/см}^2 < 800 \text{ кг/см}^2.$$

Довжину накладок визначають залежно від відстані нют; за накладки може правити так само кутівкове залізо, прийютоване до зовнішнього боку перерваної кутівки.

Стик стиснутого елемента розрахсвують, не вважаючи на ослаблення нютами, тобто беруть усю конструктивну площу. Того про накладки є таке правило

*Корисний перекрій накладок  $\geq$  повному перекрові стрижня*

в) Інші подібні стики. Стики іншого обрисового заліза і стрижнів із складними поперечними перекроями розраховують так само (рис. 105). Тут так само треба пильнувати, щоб кожен переривуваний елемент цілком заміняли на накладки. У складових стрижнях симетричні елементи корисно перекривати водночас.

Далі подано спосіб розраховувати стики. Цим способом у Німеччині розраховують мости. Його треба знати, бо він простий.

Хай корисна площа переривуваної кутівки, визначена за розрахунком  $F_n$  (рис. 104). Зазначена площа може сприйняти зусилля  $F_n \cdot \sigma_{\text{доп}}$ .

Цю силу передають нюти з одного боку стика на інший. Нюти, коли взяти до уваги зріз, можуть сприйняти силу  $n_{\text{зр}} \cdot d^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \tau$ .

Привівнявши ці сили одну до

одної  $n_{\text{зр}} \cdot d^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \tau_{\text{доп}}$ , дізнаємось, скільки треба нют як до умов їх зрізу:

$$n_{\text{зр}} = \frac{F_n \cdot \sigma_{\text{доп}}}{d^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \tau_{\text{доп}}},$$

зважаючи на змінання дір:

$$n_{\text{зм}} \cdot d \cdot \delta \cdot \sigma = F_n \cdot \sigma_{\text{доп}} \cdot n_{\text{зм}} = \frac{F_n \cdot \sigma_{\text{доп}}}{d \cdot \delta \cdot \sigma_{\text{зм}}}.$$

Число нют на кожному боці стика визначають за більшою цифрою,  $n_{\text{зр}}$  або  $n_{\text{зм}}$ . Стик поясних аркушів у складових стрижнях розраховують аналогічно<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Це рівняння можна переписати так:  $n_{\text{зм}} = F_n \cdot K_0$  або  $n_{\text{зр}} = F_n \cdot K_0$ ; у додаткові дано таблиці вартостей  $K_c$  і  $K_0$ , взятих із норм Держплян, на які, щоб дізнатись скільки маємо поставити нют, треба помножити площу злучуваного елемента.

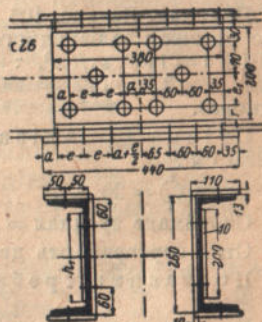


Рис. 105.



Розраховавши й сконструювавши стик, завжди треба визначити напругу, що в них виникає.

У складових стрижнях відрізняють універсальний стик, у якому всі елементи перекою перекривають воднораз і частковий, при якому одна частина перерізуваних елементів перекривається після іншої.

**Приклад.** На рис. 105 подано поперечний перекрій розтягнутого стрижня залізничного моста. Допуска напруга за нормами НКПС  $\sigma = 1400 \text{ кг/см}^2$ ,  $\tau = 0,8 \cdot \sigma = 0,8 \times 1400 = 1120 \text{ кг/см}^2$   $\sigma_{\text{зм}} = 2,5 \cdot \sigma = 2,5 \times 1400 = 3500 \text{ кг/см}^2$ . Обидва  $\square$  26 перекривають воднораз.

Стінка  $\square$  заліза. Корисна площа  $F_k = 26 - 2 \cdot 2,0 \cdot 1,0 = 22,0 \text{ см}^2$ .

Нюти  $\phi = 20 \text{ мм}$ .

Сприймане зусилля  $= F_k \cdot \sigma = 22 \cdot 1400 \text{ кг}$ .

Стик перекривають двобічними накладками. Нюти двозрізні.

Поставити треба:

$$n_{\text{эр}} = \frac{22 \cdot 1400}{2,2 \cdot 2,0^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 1120} = 4,8 = 5 \text{ нют.}$$

$$n_{\text{зм}} = \frac{22 \cdot 1400}{2,0 \cdot 1,0 \cdot 3500} = 4,4 = 5 \text{ нют.}$$

По обидва боки стика ставлять по 5 нют, після чого треба перевірити, які виникають у них напруги.

Зовнішня накладка 20.1,0; внутрішня 26.1,0 см. Корисний перекрій  $F_k = (20 - 2 \cdot 2,0) \cdot 1,0 + (26 - 2 \cdot 2,0) \cdot 1,0 = 38 \text{ см}^2 > 22 \text{ см}^2$ .

Полиці  $\square$  заліза. Однозрізні нюти  $\phi$  23 мм, накладки зовнішні. Корисний перекрій одної полиці  $F_k = (9,0 - 2,3) \cdot 1,4 = 9,38 \text{ см}^2$ , сприймане зусилля  $F_k \cdot \sigma_{\text{доп}} = 9,38 \times 1400 \text{ кг}$ .

Маємо поставити нют, розраховуючи на зріз:

$$n_{\text{эр}} = \frac{9,38 \cdot 1400}{2,3^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 1120} = 2,8 = 3 \text{ нюти.}$$

Розраховуючи на зминання:

$$n_{\text{зм}} = \frac{9,38 \cdot 1400}{2,3 \cdot 1,3 \cdot 3500} = 1,3 = 2 \text{ нют.}$$

Поставлено 3 нюти. Корисний перекрій накладок

$$(11 - 2,3) \cdot 13 = 11,3 \text{ см}^2 > 9,38 \text{ см}^2.$$

У зв'язках звичайно роблять стики стрижнів в місці вузлових накладок; про них стосується все сказане раніше в розділі XV. Всі переривувані елементи перекривають накладками, при чому, щоб перекрити елементи, які притикаються до вузлової накладки можна скористатися самою накладкою. Тут застосовують універсальні або часткові стики.

## 2. Стики згинаних елементів

Цими стиками злучають у цивільному будівництві трями перекрїть, у виробневому будівництві—підзводіві трями, у мостобудівництві—трями із суцільною стінкою.

У цих стиках всі елементи так само треба перекривати накладками.

а) Якщо треба перекрити стик вальцьованого заліза, що часто трапляється у цивільному будівництві, то стінку перекривають двобічними накладками, а полиці—накладками, прийютованими до них знизу і зверху (рис. 106).

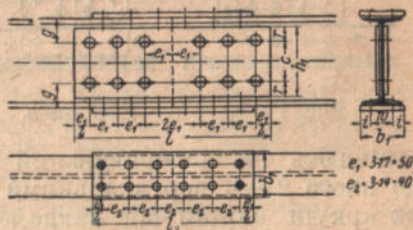


Рис. 106.

Суставні або герберівські трями (іменем винахід-



Рис. 107.



Рис. 108.

ника Гербера) застосовують тоді, як хочать заощадити матеріял на трями, що ним перекривають прогони (рис. 107).



У них стики розміщують у місцях суставів; таку конструкцію подано на рисунку 108. Двобічні накладки знютовані із кінцем одного трияма і злучені прогоничем із другим триямом, а того злука „рухома“. Цими герберівськими триямами широко користуються як латованням кроков.

У Німеччині сугасти цих триямів точно нормовано.

б) Стиками знютованих триямів широко користуються у мостобудівництві і в виробневому будівництві. Конструкцію їх виображено на рисунку 109-а і б.

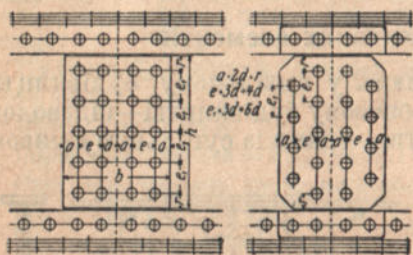


Рис. 109-а.

Рис. 109-б.

Насамперед при великих прогонах доводиться перекривати стінку трияма, бо його — щоб важив небагато — звичайно роблять не довшим як 6—8 м. При знютованні з двох боків вертикальні накладки

заміняють на переривуваний аркуш і призютовують до нього 2—4 вертикальними рядами нют. Крім того, як аркуш вищий від накладок, то, коли це мостовий триям, поверх поясних кутівок (які тут не кінчаються) наизютовують накладки із штаб (рис. 109-б) і злучні нюті ставлять навшахи (рис. 109-б) або паралельними



Рис. 109-с.

рядами (рис. 109-а). Розміщують нюті отак частіше, бо при цьому розрахунок простіший. Віддаль між нютами зазначено на рисунку.

Поясні аркуші і кутівки. Роблять звичайно без стиків завдовжки до 12 м. Їхні стики якщо це не універсальний стик, зміщують проти стика стінки; стик штаб зміщують проти стика кутівок. Стик кутівок перекривають накладками із штаб або кутівок, принютованих ізсередины до кутівок (рис. 109-с). Штаби полиць перекривають принютованим зовні штабовим



Рис 109-d.

залізом (109-d). (Розрахунок дивись на початку цього розділу). Як елементи довгі, то щоб краще було транспортувати, їх перекривають воднораз, тобто застосовують універсальний стик.

Щоб накладки не були занадто довгі, відстань нют вибирають з  $d$ .

## XV. Конструкція вузлів

Окремі стрижні, із яких складають зв'язні кроков (рис. 110) або ґратчастих мостів (рис. 111), перетинаються в точках, де їх злучають один з одним. Ці точки називають вузлами.



Рис. 110.



Рис. 111.

Стрижневу мережу подано на рисунках 110 і 111 окремими лініями,—це схема зв'язня; прямі лінії,



що являють собою мережу, відповідні осями стрижів, точки їхніх перетинів—вузлам зв'язня.

Кінці стрижнів принютовують до вузлових накладок. Скільки треба нют, щоб прикріпити стрижні, визначають за розрахунком. Те чи те число нют отут треба поставити відповідно до зусилля у стрижнях. Як за розрахунком треба одної нюті, то конструктивно ставлять дві.

а) Розміщення нют (див. розділ IX). Нюті треба розміщати симетрично до осі стрижня.

У першому ряді перпендикулярно до осі стрижня корисно ставити одну нюту, додаючи в кожному подальшому ряді по одній нюті—поки це можна, зважаючи на ширину стрижня (рис. 112 і 114). Тоді, визначаючи корисний перекрій розтягнутого стрижня, можемо відіймати, як це видно із подальшого, лише одну нюту.

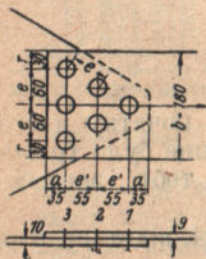


Рис. 112.

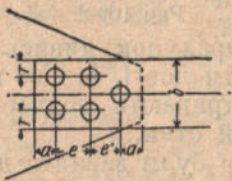


Рис. 113.

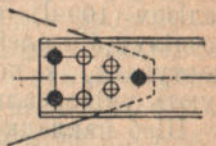


Рис. 114.

**Приклад 1.** Штабу 9 мм завгрубки принютовують до вузлової накладки 10 мм завгрубки. Розтяжне зусилля, що його сприймає стрижень,—16420 кг (рис. 112). Нюті однозрізні, діаметр  $x=20$  мм,  $\sigma=1200$  кг/см<sup>2</sup>,  $\sigma=900$  кг/см<sup>2</sup>,  $\sigma_{зм}=2100$  кг/см<sup>2</sup>

Потрібний корисний перекрій штаби

$$F_{\text{потр.}} = \frac{16420}{1200} = 13,7 \text{ см}^2.$$

Якщо в поперечному перекрої ставлять одну нюту, то

$$(b-d) \cdot t = (b-2,0) \cdot 0,9 = 13,7 \text{ см}^2,$$

відкіля: 
$$b = \frac{13,7}{0,9} + 2,0 = 17,2 = 18 \text{ см.}$$

Напруга, що виникає в штабі

$$\sigma = + \frac{S}{F_{n1}} = + \frac{16420}{(18-2,0) 0,9} = 1140 \text{ кг/см}^2 < 1200 \text{ кг/см}^2.$$

Треба поставити:

$$d = \frac{S}{d \cdot \frac{\pi}{4} \tau_{\text{доп}}} = \frac{16420}{2,0 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 900} = 5,8 = 6 \text{ нют.}$$

$$n_{\text{зм}} = \frac{S}{d \cdot \delta \cdot \sigma_{\text{доп}}} = \frac{16420}{2,0 \cdot 0,9 \cdot 2100} = 4,4 = 5 \text{ нют}$$

вибрано  $n = 6$  нют.

Дійсні напруги:

$$\tau = \frac{16420}{6 \cdot 2,0 \cdot \frac{\pi}{4}} = 872 \text{ кг/см}^2 < 900 \text{ кг/см}^2$$

$$\sigma_{\text{зм}} = \frac{16420}{6 \cdot 2,0 \cdot 0,9} = 1520 \text{ кг/см}^2 < 2100 \text{ кг/см}^2.$$

Якщо вважати, що всяка нюта сприймає однакову частину сили, то зусилля в одній нюті

$$\frac{S}{6} = \frac{16420}{6} = 2737 \text{ кг.}$$

Перекий між 1—2 сприймає силу  $16420 - 2737 = 13683$  кг. Напруга в робочому перекої  $F_{n2} = (18 - 2 \cdot 2,0) 0,9 = 12,6$  см.

$$\sigma = + \frac{13683}{12,6} = + 1084 \text{ кг/см}^2 < 1200 \text{ кг/см}^2.$$

В перекої між 2—3 величина зусилля  $13683 - 2 \cdot 2737 = 8209$  кг. Робочий перекий  $F_{n3} = (18 - 3 \cdot 2,9) \cdot 0,9 = 10,8$  см<sup>2</sup>.



Рис. 115.

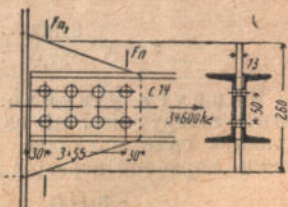


Рис. 116.



Напруга

$$\sigma = + \frac{8209^2}{10,8} = + 760 \text{ кг/см}^2.$$

Отже, як отак розміщують нюти, про корисний робочий перекрій дізнаються, відійнявши одну нюту.

Якщо в першому ряду встановлено кілька нют, то відповідно до цього треба розрахувати корисний перекрій (рис. 115, 116).

Приклад 2. З  $\square$  14 передають зусилля на 31800 кг на вузлову накладку 13 мм завгубшки (рис. 116). Визначити, скільки треба поставити нют? Яка напруга у стрижні, накладці і нютах? Діаметр нют—17 мм.

$\sigma = 1200 \text{ кг/см}^2$ ,  $\tau = 900 \text{ кг/см}^2$ ,  $\sigma_{\text{зм}} = 2100 \text{ кг/см}^2$ . Нюти дво-арізні, в першому ряді уміщено дві нюти.

Поставити треба:

$$n_{\text{эр}} = \frac{S}{2 \cdot d^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \tau_{\text{доп}}} = \frac{31800}{2 \cdot 1,7^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 900} = 7,8 = 8 \text{ нют}$$

$$n_{\text{зм}} = \frac{S}{d \cdot \delta \cdot \sigma_{\text{доп}}} = \frac{31800}{1,7 \cdot 1,3 \cdot 200} = 6,9 = 7 \text{ нют} \cdot 1,3 < 2,07 = 1,4.$$

Прийнято  $n = 8$  нют.

Дійсні напруги;

$$\sigma = \frac{31800}{8 \cdot 2 \cdot 1,7^2 \cdot \frac{\pi}{4}} = 875 \text{ кг/см}^2 < 900 \text{ кг/см}^2$$

$$\tau = \frac{31800}{8 \cdot 1,7 \cdot 1,3} = 1800 \text{ кг/см}^2 < 2100 \text{ кг/см}^2.$$

Напруга  $\square$  = заліза:

Корисна площа  $F_{\text{к}} = 2 \cdot 20,9 - 4 \cdot 1,7 \cdot 0,7 = 37,0 \text{ см}^2$

$$\sigma = + \frac{31800}{37,0} = 860 \text{ кг/см}^2 < 1200 \text{ кг/см}^2.$$

Напруга у вузловій накладці. Корисний перекрій лежить ліворуч по лінії останніх нют, бо й цьому перекрої силу сприймає сама накладка. В цьому місці накладка 260 мм заввишки. Корисний перекрій  $F_{\text{к}_1} = (26 - 2 \cdot 1,7) \cdot 1,3 = 29,4 \text{ см}^2$ .

$$\sigma = + \frac{31800}{29,4} = 1080 \text{ кг/см}^2 > 1200 \text{ кг/см}^2.$$

Позначені на рисунках 110 і 111 через  $O$  і  $U$  стрижні називають верхнім і нижнім поясом. Позначки через  $V, D, N$  — стрижнями ґратниці. Вертикальні стрижні —  $V$  називають стояками, похилі стрижні — косцями (діагоналями).

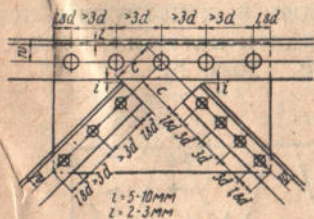


Рис. 117.

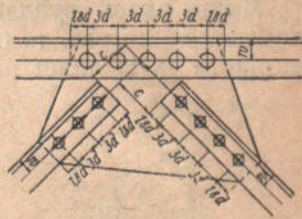


Рис. 118.

Злучні нюти розраховують і розміщують у стрижнях ґратниці (стояках і косцях), тоді вибирають довжину вузлової накладки за числом нют у поясах.

б) Прямокутник — це основна форма вузлової накладки. А як не завжди вдається додержати цієї форми, то треба обрізати хоча б два боки паралельно один до одного, при цьому іноді доводиться побільшувати відстань нют понад  $3d$ , або більше ставити нют проти розрахунку.

Зв'язень із прямокутними вузловими накладками дужче приваблює око, ніж із косими, хоч при косих вузлових накладках і заощаджують трохи матеріялу (рис. 117 і 118).

Вугли у накладках не треба робити виступними, це не красиво (рис. 119); краще робити їх, як це подано на рисунку 119-б. Крім того, корисно зміщати

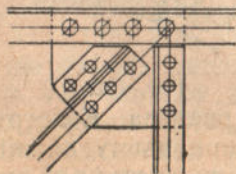


Рис. 119-а.

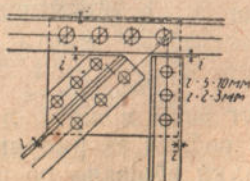


Рис. 119-б.



край боків накладки від краю елемента на  $z=2-3$  мм, бо тоді навіть нерівно обрізана накладка не виступатиме за край елемента (рис. 117, 119-б). Вирізи і викруглення в накладках недоцільні—вони здорожують роботу.

Якщо якась вузлова накладка в конструкції повторюється не раз, то щоб заощадити матеріал, корисно вирізати їх із одної штаби (рис. 120-а, б).

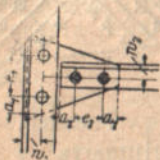


Рис. 120-а.

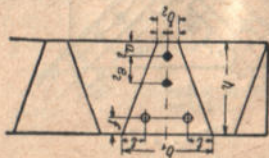


Рис. 120-б.

в) Як вибрали накладку прямокутної або близької до неї форми, то пильнують, щоб не перенапружити їх.

Треба сконструювати накладки по змозі менші; на це відстань нют у поясах має бути не більша як  $3d$ , тоді й накладки не треба побільшувати. Як уже накладку сконструйовано, треба перевірити, яку витримують вони напругу.

Не треба робити вхідних кутів (рис. 121), а надто у розтягнутих стрижнях, бо від великих місцевих

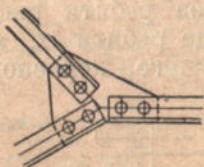


Рис. 121.

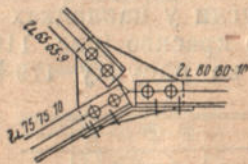


Рис. 122.

напруг вони можуть легко розірватися. Конструкцію треба робити за рисунком 122; при цьому нижній бік накладки обрізано по прямій, а до виступних полиць кутівок прикріплено штаби.

Грубина вузлових накладок. У цивільному будівництві накладки роблять звичайно 8—10 мм зав-губшки, при великих конструкціях до 12—14 мм. В мостобудівництві і виробневому будівництві грубину накладок прийнято 10—24 мм. Будуючи одну споруду, треба додержувати по змозі одної грубини накладки.



Рис. 123.

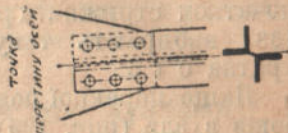


Рис. 124.

г) Що в вузлах перетинаються лінії схеми зв'язня, то осі стрижні мають так само в них перетинатися, (за вісь стрижня вважають прямою, що злучає всі центри тяжін окремих перекроїв стрижня). Тоді зусилля стрижнів, що зливаються із всіями, перетинаються у тій самій точці і того, за законами статки, зрівноважуються. Якщо нюти розміщені симетрично проти осі



Рис. 125.



Рис. 126.

стрижня, то середня лінія (вісь) нют зливається із віссю стрижня. Цього легко дійти у стрижнях із  $\Gamma$ ,  $2 \square$ , або  $2$  перехресних  $\square$ , а так само у штабах (рис. 112, 116, 123, 124). Якщо стрижень складається із  $2$ , що лежать рядом,  $\square$  (рис. 125), то вісь стрижня лежить так близько до полиці кутівок, що нюти не можна установити симетрично до неї.

Того, як в один ряд кутівок, вісь стрижня зливається із віссю нют (рис. 125), а як два ряди нют—із віссю нют, близько розміщених до полиці (рис. 126).



Кінці поясних стрижнів, що кінчаються у вузлі, обрізають під прямим кутом. стрижні ґратниці—перпендикулярно до їхньої осі (рис. 128, 129, 133). Тут не треба робити косих кінців, бо від цього дорожчає конструкція. Між вуглами й краями злучних частин зоставляють проміжок  $i = 5 - 10$  мм (рис. 119-б, 128, 129). Віддаль  $c$ —між центром (теоретичним) вузла і початком стрижня ґратниці (рис. 117, 118, 128, 129, 133) вибирають таку, щоб довжина стрижня була кратна 0 і 5.

Якщо перекрої поясних стрижнів не однакові з обох боків вузла (рис. 129), то зовнішні полиці кутівок суміщають в одну площу; за вісь пояса править вісь (лінія нют) меншого стрижня. Виступні полиці кутівок (рис. 128 і 129) або  $\square$  заліза в кутівках перекривають штабю, принютовуваною однаковим числом нют до обох елементів. Ці штаби й собі передають частину зусилля й збільшують цупкість кутів, перешкоджаючи випиватись стиснутим стрижням.

г) Щоб не було великих вузлових накладок, у цивільному будівництві ставлять уряд не більше як 5 нют. Тоді встановлюють сумари, кутівки, одною полицею принютовувані до вузлової накладки, а другою—до полиці кутівка або  $\square$ . Вони сприймають частину зусилля стрижня (рис. 119-б, 130, 133).



Рис. 127.

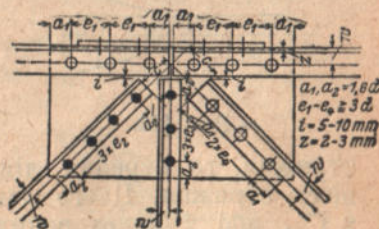


Рис. 128.

Кожен стрижень прикріплюють до вузлових накладок відповідним числом нют як до зусилля у стрижні, тобто на обох кінцях має бути однаково нют. Це роблять тоді, як стрижні перериваються у вузлах. Якщо ж поясний стрижень продовжено—він не переривається

у вузлі (рис. 117, 119), то число нют у цивільному будівництві призначають відповідно до різниці зусиль у приляжних панелях. Тим самим заощаджують на нютах і спрощують конструкцію вузла.

Треба звертати пильну увагу на конструювання опорних вузлів, яким передається найбільше зусилля.

Не залежно від конструкції вузла, нюти треба так розмістити, щоб зручно було їх клепати.

## XVI. Конструкція стрижнів між вузлами

Розраховують стрижні так, як про це подано у розділі VIII.

Що зусилля у стрижнях ґратниці менші від зусиль у поясах, то відповідно до цього і перекрої стрижнів роблять легші.

Тепер стрижнів аркушевого заліза не вживають ні в мостобудівництві, ні для відповідних елементів цивільних конструкцій. Треба ще раз згадати про те, що всі стиснуті стрижні треба розраховувати не тільки на стиск, але й на подовжній згин, що найбільше важить при доборі їх поперечних перекроїв<sup>1</sup>.

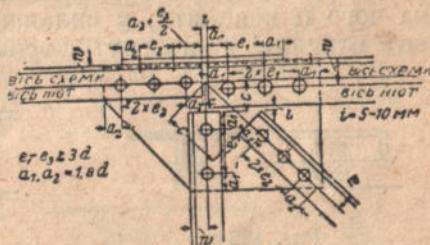


Рис. 129.

Конструюючи поперечні перекрої, маємо пильнувати, щоб центри тяжіння стрижнів лежали у одній площі (зв'язня), бо інакше зусилля чинили б у різних площях стрижнів, а того у вузлах стрижнів крім

<sup>1</sup> Розрахунки на подовжній згин докладно розглянуто у „Технічних умовах“ і нормах металевих конструкцій, вид. КомСТО, і в „Єдиних нормах“.



стискових і розтяжних зусиль, виник би ще й згин. Конструкція вузла, подана на рисунку 131, не правильна — вузлова накладка має бути перепущена між обома кутівками (рис. 124, 130).

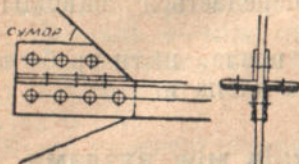


Рис. 130.

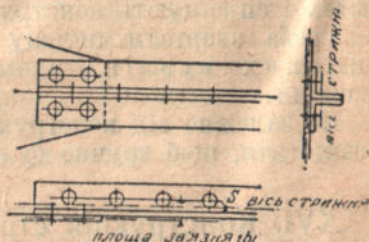


Рис. 131.

Відрізняють:

1) Звичайні стрижні із штабового,  $\perp$  заліза,  $\perp$ ,  $\perp$  заліза (рис. 101, 102, 104).

2) Складові стрижні із 2 і більше штабами,  $\perp$ ,  $\perp$ ,  $\perp$  (рис. 105, 116, 123, 124).

Конструкція перших стрижнів дуже проста і отже нема чого її пояснити; у складових стрижнях відрізняють стиснуті і витягнуті стрижні.

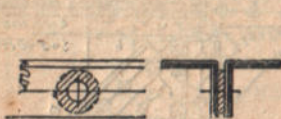


Рис. 132-а.



Рис. 132-б.

а) Витягнуті стрижні. Теоретично окремі елементи стрижнів можна було б не злучати один з одним. Практично їх звичайно все ж злучають — щоб під час пересилання і складання стрижні не погнулись. У цивільному будівництві невеликі стрижні злучають переліжковими кільцями (рис. 132-а), при-



Рис. 132-с.

нютовуваними через кожні 1—1,5 м одною нитою між складовими елементами стрижня. Грубина їх дорівнює grubині вузлової накладки, а діаметр менший від ширини елемента.

У більших стрижнях (рис. 132-б) кільця заміняють переліжкам, прикріплюваними через 1—1,5 м уже 2 нитами; ширина їх— $3d$ .

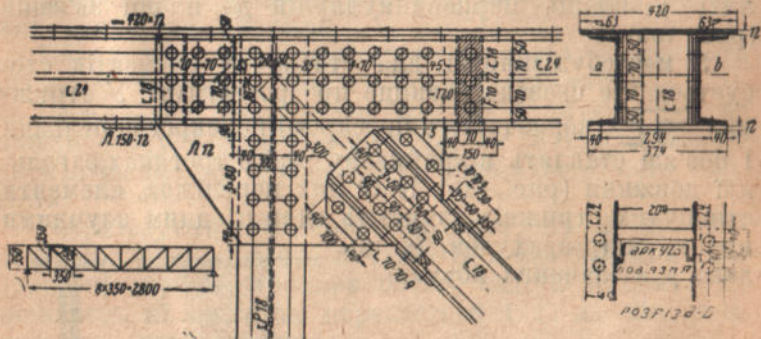


Рис. 133.

Якщо елементи стрижня віддалені один від одного, то злучають так, як показано на рисунку 132-с<sup>1</sup>.

На рисунку 133 стояк злучено із кутівковою накладкою із середини, косець—зовні.

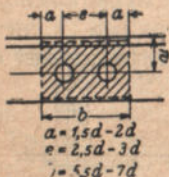


Рис. 134-а.



Рис. 134-б.

б) Стиснуті стрижні. У цих стрижнях треба вжити заходів, щоб окремі частини стрижня не випи-

<sup>1</sup> Про залізничні мости є вказівки в нормах НКПС.



нались. Віддаль між пов'язями визначають із розрахунку на подовжній згин.

У цивільному будівництві невеликі стрижні злучають за рисунком 134-а і б, більші — за рисунком 134-с; переліжкових кілець на це не вживають. Переліжки приймають не менше як двома нютами.

Як віддалі між стрижнями великі, пов'язі ставлять у площі, перпендикулярній до площі зв'язнів (рис. 135).

У мостобудівництві для стиснутих елементів стоується все сказане давніше про розтягнуті. У стрижнях  $\overline{\square\square}$  (коробчастого перекрою) перекрої переліжки і пов'язі ставлять в крайньому разі в третинах загальної довжини (рис. 136). Крім цих переліжок, елементи стиснутих стрижнів злучають один з одним злучними планками (розрахунок їх подано у зазначених нормах).

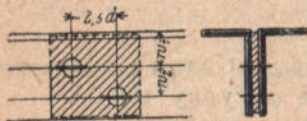


Рис. 134-с.

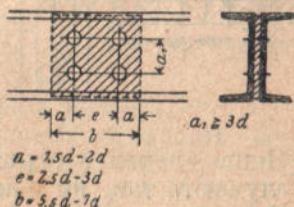


Рис. 134-д.

У виробневому будівництві додержують тих самих правил, що і в мостобудівництві.

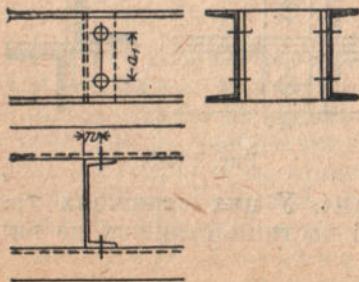


Рис. 135.

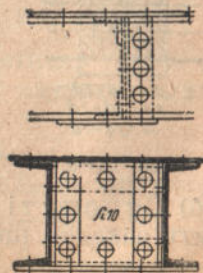


Рис. 136.

Окремі стрижні, що утворюють складові стрижні злучені одна з одною злучними нютами. Про віддаль між ними див. у розділі IX.

## XVII. Основи конструктивних розрахунків

Треба точно розрахувати всі конструкції, що на них чинять чималі сили.

Перед тим, як розраховувати, треба накреслити схему (побудувати стрижневий багатокутник).

Насамперед визначають зовнішній обтяг. Тут не можна допускатись неясностей, бо помилка позначиться на всьому розрахунку, знецінивши його вартість.

Розраховують тим самим порядком, що й при передаванні зусиль, тобто починають з тієї частини споруди, що перша приймає обтяг, тоді переходять до елементів, на які вона передається і т. д., кінчаючи опорами.

У кроквовому зв'язні на покрівлю чинить сніг і вітер, він передає їхній тиск латованню, підтримуваному прогонами і вже ці прогони спираються у вузлах на зв'язень. Розраховуючи, маємо брати до уваги власну вагу частин, що передається у опорних точках на нижчі конструкції. Таким самим порядком треба розраховувати й інші конструкції. Розрахувавши якийсь елемент, маємо зразу ж перевірити, чи правильно розраховували, бо й при визначенні зовнішніх сил помилка, що її тут допустились, позначиться на всьому іншому розраховуванні.

Треба одразу ж привчатись точно й бездоганно розраховувати. Якщо конструктор уміє точно лічити на добрій логаритмічній лінійці, то користуватись нею можна, якщо ж не вміє—бажано користуватись розрахунковими таблицями. Площі кола, квадрати й куби, а так само величини поперечних перекроїв, моментів опору і інерції профілів беруть із довідників Hütte, таблиць ЗСТ тощо.



Для стиснутих або згинних елементів ніяк не можна вживати штабового ааліза.

Текст розрахунку треба пояснити ясними рисунками перекроїв, стиків, вузлів тощо.

Як вступ до розрахунку, треба коротко зазначити місце, мету, положення і вид будівлі. Далі розрахунок треба поділити відповідно до окремих частин споруди, перенумерувати і написати потрібні підрозділи. Деякі установи в Німеччині вимагають, щоб заповнювали текст окремої сторінки, уміщуючі потрібні рисунки на другий. Всі сторінки мають бути перенумеровані.

Текст розрахунку має бути короткий, але зрозумілий.

До довгих формул, подаваних без висновку їх, завжди треба додавати джерело (напр., „Довідник Hütte“, „Таблиця добору перекроїв“ тощо).

На початку розрахунку треба зазначити взяті допускні напруги і вид матеріалу.

Всякий розрахунок треба позначити числом, зазначити, де саме його складено і докладно написати ім'я автора, що завжди має пам'ятати про відповідальність за цей розрахунок.

## XVIII. Основні позначки на рисунки

Щоб вивчитись проєктувати, треба насамперед обізнатись із сортиментом заліза. Конструктивний рисунок треба побудувати точно за розрахунком. Якщо під час конструювання дещо й змінюють, то відповідно до цього треба виправити й розрахунок. При цьому треба перевірити, чи позначилась ця зміна на іншій частині споруди.

Найуживаніший масштаб — 1 : 10. В ньому можна нехтувати округлини кутів і полиць обрисового заліза (на рис. 61, 63, 65, 99, 132—136). Для окремих деталей (виображення якоїсь частини) взято масштаб 1 : 1 або

1; 2,5, при цьому виображають точну форму перекрою. Про загальне виображення перекроїв див. розділ III.

Припасування частин, випини, переліжки — треба рисувати особливо старанно. Переліжки звичайно (рис. 81, 82) зарисковують не тільки в розрізі, але й як дивитись збоку (рис. 78, 81, 82).

Відрізняють нормальний стик припасований і стик із проміжком. Позначають, де розміщено нюти і прогоничі тим, що розмічають їхні вісі. Виображають тільки крайній ряд нют, якщо від нього не погіршить ясність рисунка (рис. 106, 114, 116).

Креслячи рисунок, наприклад зв'язень, спочатку позначають осі стрижнів. Тоді креслять вибрані перекрої, сполучаючи їх центри тяжіння із вісями стрижнів (вийняток рис. 125, 126, 129). Далі корисно угодж стрижня позначати вісі нют. Тоді креслять вісі нют, позначаючи + їхній перетин. Треба старанно додержувати вибраної відстані нют. У складових стрижнях креслять основні нюти, а тоді — боки вузлових накладок.

Початківцям корисно робити таку вправу — креслити якийсь вузел у масштабі 1 : 1 із усіма розмірами нюти.

На кожному профілі, штабі, накладці тощо по її осі позначають її розміри (рис. 122, 133).

Схему ферми креслять на рисунку в м 1 : 100 або меншому, на ній позначають довжини всіх стрижнів (рис. 133).

Обрисовуючи рисунки, маємо додержувати таких правил.

Усі рисунки креслять чорною тушшю. Якщо у нас рисунки лише частково нормовано, в кожному окремому випадкові величину аркушів, шрифту, масштаба, а так само розташовання матеріялу треба застосовувати такі, що з них користуються у даній установі.

Металеві конструкції, як правило, треба виображати в боковому вигляді, як дивитися зверху і в кількох подовжніх і поперечних розрізах. У всякому разі, всі потрібні розміри треба не менше як раз



креслити на рисунку. Розрізи треба розміщати так, щоб у зв'язні не різати по вузлу, а в нютованому трямі—по стикові (рис. 105, 106, 109-с і d).

Розміри позначати самими цифрами без літер (не треба писати  $e = 60$ ). Усі розміри визначити в міліметрах. Величини, що повторюються, наприклад відстань нют, можна виображати так, як це показано на рисунках 116, 129 і 133.

Усі вживані у рисунках нюти і прогоничі виображають на окремій таблиці.

Маштаб креслити на всіх рисунках.

Розміри вузлової накладки позначати за рисунком 133, а тоді розміщення нют виображати залежно від їхньої відстані.

Якщо якусь конструкцію виображено на кількох аркушах, то всі аркуші треба понумерувати і дати їм загальну назву. У великих спорудах на кожному аркуші, щоб було ясніше, креслять усю схему, а виображений на аркуші елемент, позначають грубішими лініями.

## XIX. Норми й напруги

У передмові і в розділі VIII вже говорили про значення норм. Тут треба ще раз нагадати, що конструюючи й розраховуючи, маємо завжди точно додержувати їх. Наприкінці книги в додаткові дано короткий витяг із норм.

## Д О Д А Т О К 1

### Витяг із „Єдиних норм будівельного проектування“

#### I. Загальні вказівки

Подавані тут норми допускних напруг стосуються до споруд II класу; для споруд I класу вони знижуються на 10 %; для III класу підвищуються на 10% і для IV класу—на 20%.

#### II. Допускні напруги

Основні допускні напруги для транспортних, гідротехнічних і цивільних споруд:

Матеріали напруги	Вальцований			Л и т и й				
	Сталь 3	Сталь 5 пов.	Сталь спец.	Сталь Л 1	Сталь 2 пов.	Сталь Л 2	Сталь Л 5	Сталь Ч 1
1. Основні напруги, як чинять основні обтяги . . . . .	1400	1750	2100	1200	1500	1800	2000	1000
2. Основні напруги, як чинять разом основні і випадкові обтяги	1700	2100	2500	1500	1800	2100	2500	1100

Щоб облічити спеціальні випадкові зусилля (наприклад, уривання проводів тощо) дозволено у виняткових випадках, завбачених у спеціальних і технічних умовах, збільшувати допускні напруги, але не вище від границі пропорційності.

Основна статична напруга:

1. Вальцованого матеріала — це статична напруга на розтяг.

2. Литої сталі—статична напруга на згин.

3. Чавуну—статична напруга на стиск.

<sup>1</sup> Всі поміщені тут таблиці додав рос. перекладач.



Таблиця коефіцієнтів  $K_0$  рахувати нютти по площі на зріз

$$n = K_{зр} F_H.$$

Зрі- зання		Коефі- цієнт	Д і я м е т р н ю т т и						
			10	12	14	17	20	23	26
			мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм
}	Одиничне . . . . .	$K_0'$	1,59	1,11	0,81	0,55	0,40	0,30	0,21
	Подвійне . . . . .	$K_0''$	0,80	0,56	0,41	0,28	0,20	0,15	0,12

Таблиця коефіцієнтів  $K_{зм}$  розраховувати нютти по площі на зминання

$$n = K_{зм} \cdot F_H.$$

Найменша грубина	Д і я м е т р н ю т т и						
	10	12	14	17	20	23	26
	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм
6 мм . . . . .	0,83	0,70	0,60	0,49	0,42	0,36	0,32
7 мм . . . . .	0,72	0,60	0,51	0,42	0,36	0,31	0,28
8 мм . . . . .	0,63	0,52	0,45	0,37	0,31	0,27	0,24
9 мм . . . . .	0,56	0,46	0,40	0,33	0,28	0,24	0,21
10 мм . . . . .	0,50	0,42	0,36	0,29	0,25	0,22	0,19
11 мм . . . . .	0,45	0,38	0,33	0,27	0,23	0,20	0,17
12 мм . . . . .	0,42	0,35	0,30	0,25	0,21	0,18	0,17
13 мм . . . . .	0,39	0,32	0,27	0,23	0,19	0,17	0,15
14 мм . . . . .	0,36	0,30	0,26	0,21	0,18	0,16	0,14
15 мм . . . . .	0,33	0,28	0,24	0,20	0,17	0,14	0,13

Нюти з півокруглою головкою від 9,5 до 37 мм в діаметрі (ЗСТ 301)


Діаметр непоставленої нюти $d$		9,5	11,5	13,5	16,5	19	22	25	28	31	34	37	
Розміри головки	D	17	21	24	29	34	39	44	50	55	60	65	
	h	6	8	9	10	12	14	16	18	20	22	24	
	R	9	11	12,5	15,5	18	20,5	23	26	29	32	34	
	$r \leq$	0,5	0,5	0,5	1	1	1	1	1,5	1,5	1,5	1,5	
Діаметр отвору під нюту		10	12	14	17	20	23	26	29	32	35	38	
		20				40							
		22				42							
		24	24			45							
		26	26			48	48						
		28	28	28		50	50						
		30	30	30		52	52	52					
		32	32	32		55	55	55					
		35	35	35	35	58	58	58					
		38	38	38	38	60	60	60	60				
		40	40	40	40	65	65	65	65	65			
		42	42	42	42	70	70	70	70	70	70		
		45	45	45	45	75	75	75	75	75	75	75	75
		48	48	48	48	80	80	80	80	80	80	80	80
		50	50	50	50	85	85	85	85	85	85	85	85
		52	52	52	52	90	90	90	90	90	90	90	90
		55	55	55	55	95	95	95	95	95	95	95	95
		58	58	58	58	100	100	100	100	100	100	100	100
		60	60	60	60	110	110	110	110	110	110	110	110
		65	65	65	65	120	120	120	120	120	120	120	120
		70	70	70	70	130	130	130	130	130	130	130	130
75	75	75	75	140	140	140	140	140	140	140	140		
			80	80	150	150	150	150	150	150	150		
			85	85		160	160	160	160	160	160		
			90	90		170	170	170	170	170	170		
			95	95		180	180	180	180	180	180		
			100	100						190	190		
										200	200		

Рис. 17.

Довжина нюти

l



Нюти с потайною головкою від 9,5 до 37 мм в діаметрі (ЗСТ 302)

Діаметр непоставленої нюти $d$		9,5	11,5	13,5	16,5	19	22	25	28	31	34	37
Розміри головки	$\alpha$	75°			60°			45°				
	D	15,2	18,5	22	25	30	35	39,5	39,6	44	48	52,5
	h	3,8	4,6	5,4	7,5	9,5	11	12,5	14	15,5	17	18,5
Діаметр отвору під нюту		10	12	14	17	20	34	26	29	32	35	38
	26					48						
	28					53						
	30	30				52						
	32	32				55	55					
	35	35	35			58	58					
	38	38	38			60	60	60				
	40	40	40			65	65	65				
	42	42	42	42		70	70	70				
	45	45	45	45		75	75	75	75			
	48	48	48	48		80	80	80	80	80		
	50	50	50	50		85	85	85	85	85	85	
	52	52	52	52		90	90	90	90	90	90	90
	55	55	55	55		95	95	95	95	95	95	95
	58	58	58	58		100	100	100	100	100	100	100
	60	60	60	60		110	110	110	110	110	110	110
	65	65	65	65		120	120	120	120	120	120	120
	70	70	70	70		130	130	130	130	130	130	130
	75	75	75	75		140	140	140	140	140	140	140
			80	80		150	150	150	150	150	150	150
			85	85			160	160	160	160	160	160
			90	90			170	170	170	170	170	170
			95	95			180	180	180	180	180	180
			100	100							190	190
											200	200

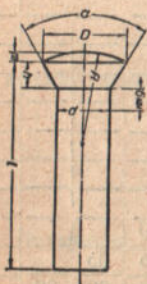


Рис. 18.

Довжина нюти

l

Нюти с напівпотаємною головкою від 9,5 до 37 мм в діаметрі (ЗСТ 303)

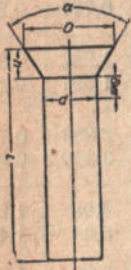
Діаметр непоставленої нюти $d$		9,5	11,5	13,5	16,5	19	22	25	28	31	34	37
Розміри головки	$\alpha$	75°			60°				45°			
	D	15,2	18,5	22,0	25,0	30	35	39,5	39,5	44	48	52,5
	h	3,8	4,6	5,4	7,5	9,5	11	12,5	14	15,5	17	18,5
	m	1,7	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5
	R~	18	22	25	28	34	40	48	42	46	50	56
Діаметр отвору під нюту		10	12	14	17	20	23	26	29	32	35	38
		26				48						
		28				50						
		30	30			52						
		32	32			55	55					
		35	35	35		58	58					
		38	38	38		60	60	60				
		40	40	40		65	65	65				
		42	42	42	42	70	70	70				
		45	45	45	45	75	75	75	75			
		48	48	48	48	80	80	80	80	80		
		50	50	50	50	85	85	85	85	85	85	
		52	52	52	52	90	90	90	90	90	90	90
		55	55	55	55	95	95	95	95	95	95	95
		58	58	58	58	100	100	100	100	100	100	100
		60	60	60	60	110	110	110	110	110	110	110
		65	65	65	65	120	120	120	120	120	120	120
		70	70	70	70	130	130	130	130	130	130	130
		75	75	75	75	140	140	140	140	140	140	140
			80	80	150	150	150	150	150	150	150	
			85	85		160	160	160	160	160	160	
			90	90		170	170	170	170	170	170	
			95	95		180	180	180	180	180	180	
			100	100						190	190	
										200	200	

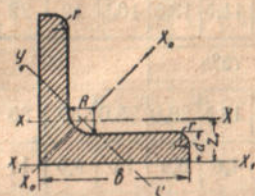
Рис. 19.

Довжина нюти

l



### Залізо кутівкове рівнобоке. Сортимент (ЗСТ 14)



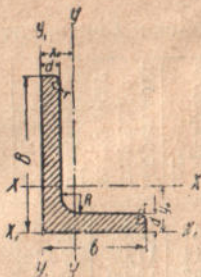
№№ про- філів	Розміри мм				Площа перекрою ω см	Теор. вага подовж. метра $\rho$ кг <sup>2</sup>	Відаль центра ваги $z$ , см	Моменти інерції			
	$b$	$d$	$R$	$r$				$Jx_1$ см <sup>4</sup>	$Jx$ см <sup>4</sup>	$Jx_0$ см <sup>4</sup>	$Jy_0$ см <sup>4</sup>
2	20	3	3,5	1,75	1,12	0,88	0,60	0,793	0,392	0,6185	0,1651
		4			1,45			1,080			
2,5	25	3	4	2	1,43	1,12	0,72	1,535	0,798	1,262	0,3333
		4			1,86			2,084			
3	30	4	4	2	2,26	1,77	0,88	3,59	1,824	2,884	0,764
		5			2,77			4,54			
3,5	35	4	5	2,5	2,67	2,10	1,00	5,64	2,954	4,68	1,227
		5			3,28			7,13			
4	40	4	6	3	3,08	2,42	1,12	8,33	4,47	7,09	1,859
		5			3,79	2,97	1,16	10,54	5,43	8,59	2,263
		6			4,48	3,52	1,20	12,78	6,31	9,98	2,654
4,5	45	5	6,5	3,25	4,30	3,37	1,28	14,95	7,87	12,48	3,27
		6			5,09	4,00	1,32	18,11	9,19	14,55	3,84
		7			5,86	4,60	1,36	21,31	10,43	16,47	4,39
5	50	5	7	3,5	4,80	3,77	1,40	20,43	10,96	17,38	4,55
		6			5,69	4,47	1,44	24,74	12,85	20,34	5,35
		7			6,56	5,15	1,48	29,10	14,62	23,10	6,13
6	60	6	8	4	6,91	0,42	1,69	42,5	22,84	36,15	9,53
		7			7,98	6,26	1,73	49,9	26,05	41,30	10,82
		8			9,03	7,09	1,77	57,4	29,16	46,15	12,16
6,5	65	6	8	4	7,41	5,89	1,31	59,0	29,36	46,60	12,14
		8			9,83	7,72	1,89	72,9	37,66	59,70	15,63
		10			12,07	9,47	1,97	92,1	45,20	71,50	19,03

Залізо кутикове рівнобеке. Сортимент. (ЗСТ 14) (продовження)

№№ про- фільів	Розміри мм				Площа перекрою см <sup>2</sup>	Теорет. вага подовж. метра <i>g</i> кг	Відгаль центра ваги <i>z<sub>0</sub></i> см	Моменти інерції			
	<i>b</i>	<i>d</i>	<i>R</i>	<i>r</i>				<i>Jx<sub>1</sub></i> см <sup>4</sup>	<i>Jx</i> см <sup>4</sup>	<i>Jx<sub>0</sub></i> см <sup>4</sup>	<i>Jy<sub>0</sub></i> см <sup>4</sup>
7,5	75	8	10	5	11,47	9,00	2,13	110,9	58,9	93,3	24,40
		10			14,11	11,08	2,21	140,2	71,2	112,7	29,70
		12			16,67	13,09	2,29	170,0	82,6	130,3	34,86
8	80	8	10	5	12,27	9,63	2,25	134,6	72,5	114,6	30,40
		10			15,11	11,86	2,34	170,0	87,2	138,6	35,80
		12			17,87	14,03	2,41	205,8	102,0	160,7	43,26
9	90	10	11	5,5	17,13	13,45	3,58	241,0	127,0	201,3	52,5
		12			20,29	15,93	2,66	291,5	148,0	234,4	61,4
		14			23,37	18,35	2,74	342,6	167,8	265,4	70,3
10	100	10	12,5	6,25	19,17	15,05	2,82	328,7	176,3	280,0	72,7
		12			22,73	17,84	2,90	397,6	206,4	327,0	85,7
		14			26,21	20,57	2,98	467,0	234,5	371,0	97,6
		16			29,61	23,24	3,05	538,0	262,0	412,5	112,0
12	120	10	13	6,5	23,18	18,20	3,31	567	313,5	497	130,0
		12			27,54	21,62	3,40	685	367,0	584	150,4
		14			31,82	24,98	3,48	804	419,0	666	172,0
		16			36,02	28,28	3,55	924	470,0	743	197,3
13	130	10	13,5	6,75	25,20	19,78	3,56	721	402	640	163,5
		12			29,96	23,52	3,64	870	473	751	195,7
		14			34,64	27,19	3,72	1021	541	858	224,6
		16			39,24	30,80	3,80	1172	606	960	251,6
14	140	12	14	7	32,37	25,41	3,89	1086	596	947	245,0
		14			37,45	29,40	3,97	1273	683	1084	281,3
		16			42,45	33,22	4,05	1462	765	1215	315,8
15	150	12	14	7	34,77	27,29	4,14	1336	740	1177	302,9
		14			40,25	31,60	4,22	1565	849	1349	349,4
		16			45,65	35,84	4,30	1796	952	1513	391,7
		18			50,97	40,01	4,38	2029	1054	1674	433,6

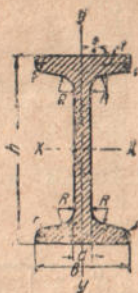


Залізо нерівнобоке кутікове. Сортимент (ЗСТ 15)



№№ про- філів	Розміри мм					Площа перекрою см.	Теорет. вага по довж. метра $\gamma$ г/к	Віддаль центра ваги		Моменти інерції			
	B	b	d	R	r			$x_0$ с	$y_0$ см	$J_{x_1}$ см	$J_{y_1}$ см <sup>4</sup>	$J_x$ см <sup>4</sup>	$J_y$ см <sup>4</sup>
3/2	30	20	3	3,5	1,75	1,42	1,11	0,50	0,99	2,66	0,802	1,267	0,447
			4			1,85	1,45	0,54	1,03	3,58	1,101	1,597	0,561
4,5/3	45	30	4	5	2,5	2,87	2,25	0,74	1,47	11,95	3,584	5,74	2,03
			6			4,17	3,27	0,81	1,55	18,16	5,590	8,08	2,83
6/4	60	40	6	7	3,5	5,69	4,47	1,01	1,99	42,6	12,84	20,06	7,07
			8			7,41	5,82	1,08	2,07	57,3	17,63	25,50	8,91
7,5/5	75	50	6	8	4	7,21	5,66	1,20	2,43	84,6	24,75	42,2	14,33
			8			9,43	7,40	1,28	2,51	111,4	33,77	51,9	18,27
			10			11,57	9,08	1,36	2,59	140,2	43,20	62,5	21,84
8/4	80	40	6	8	4	6,91	5,42	0,88	2,84	100,6	12,88	44,8	8,52
			8			9,03	7,09	0,96	2,93	135,0	17,89	57,5	9,55
			10			11,07	8,69	1,04	3,01	169,7	23,30	69,1	11,36
9/6	90	60	8	9	4,5	11,45	8,99	1,48	2,95	192,0	57,6	92,1	32,65
			10			14,09	11,06	1,56	3,04	241,4	73,4	111,4	39,30
10/6,5	100	65	8	9	4,5	12,65	4,93	1,56	3,28	263,5	73,2	127,1	42,5
			10			15,59	12,24	1,64	3,37	331,0	93,0	154,3	51,2
			12			18,45	14,48	1,72	3,45	399,1	113,4	179,9	59,1
12/8	120	80	10	11	5,5	19,13	15,02	1,95	3,92	570	170,7	275,6	98,2
			12			22,69	17,81	2,03	4,00	686	207,5	323,0	114,3
			14			26,17	20,54	2,10	4,08	804	245,2	368,4	129,8
13/9	130	90	10	12	6	21,15	16,60	2,18	4,15	727,7	241,4	358,4	140,9
			12			25,11	19,71	2,26	4,24	871,1	292,9	419,7	164,7
			14			28,99	22,76	2,34	4,32	1020,2	345,5	479,2	186,8
15/10	150	100	12	13	6,5	28,74	22,56	2,42	4,89	1335,8	399,9	648,6	231,6
			14			33,22	26,08	2,50	4,97	1563,8	471,2	743,2	263,6
			16			37,62	29,53	2,57	5,05	1792,6	543,9	833,3	294,9
16/8	160	80	12	13	6,5	27,54	21,62	1,77	5,72	1620	208,5	719,0	122,0
			14			31,82	24,98	1,85	5,80	1896	247,6	823,0	138,6

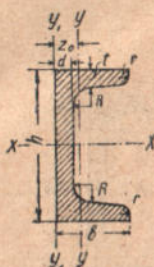
### Залізо двотетове. Сортимент (ЗСТ 16)



№ про- філів	Розміри мм						Площа перекрою $\omega$ см <sup>2</sup>	Теорет. вага подовж. метра, кг	Моменти інерції		Моменти опору	
	<i>h</i>	<i>b</i>	<i>d</i>	<i>t</i>	<i>R</i>	<i>r</i>			<i>J<sub>x</sub></i> см <sup>4</sup>	<i>J<sub>y</sub></i> см <sup>4</sup>	<i>W<sub>x</sub></i> см <sup>3</sup>	<i>W<sub>y</sub></i> см <sup>3</sup>
10	100	57,0	4,5	6,3	4,5	2,7	11,03	8,659	180,4	16,1	36,1	5,65
12	120	63,4	5,1	7,1	5,1	3,1	14,34	11,257	334,4	25,2	55,7	7,95
14	140	69,8	5,7	7,9	5,7	3,4	18,08	14,193	569,0	37,7	81,3	10,80
16	160	76,2	6,3	8,8	6,3	3,8	22,26	17,474	909,0	54,3	113,6	14,26
18	180	82,6	6,9	9,6	6,9	4,1	26,87	21,093	1381,0	75,9	153,4	18,40
20	200	89,0	7,5	10,4	7,5	4,5	31,91	25,049	2014,0	103,4	201,4	23,24
22	220	95,4	8,1	11,3	8,1	4,9	37,38	29,343	2843,0	137,5	258,5	28,83
24	240	101,8	8,7	12,1	8,7	5,2	43,29	33,983	3903,0	180,0	325,0	35,36
26	260	108,2	9,3	13,0	9,3	5,6	49,63	38,960	5234,0	231,0	403,0	42,75
28	280	114,6	9,9	13,9	9,9	5,9	56,40	44,274	6878,0	293,0	491,0	51,10
30	300	121,0	10,5	14,7	10,5	6,3	63,61	49,934	8881,0	366,0	592,0	60,50
32	320	127,4	11,1	15,5	11,1	6,7	71,25	55,931	11292,0	452,0	706,0	70,90
36	360	140,2	12,3	17,2	12,3	7,4	87,82	68,939	17544,0	668,0	975,0	95,30
40	400	153,0	13,5	18,9	13,5	8,1	106,13	83,312	26087,0	954,0	1304,0	124,76
45	450	170,0	16,2	24,3	16,2	9,7	147,00	115,000	45888,0	1722,0	2040,0	203,00



Залізо коритцеве (швелерне). Сортимент (ЗСТ 17).



№.№ про- фільів	Розміри мм						Площа пере- крою в см <sup>2</sup>	Теоретич. вага подовж. метра в кг	Відаль центра ваги z <sub>0</sub> см	Моменти інерції			Моменти опору	
	h	b	d	t	R	r				J <sub>y</sub> <sub>1</sub> см <sup>4</sup>	J <sub>x</sub> см <sup>4</sup>	J <sub>y</sub> см <sup>4</sup>	W <sub>x</sub> см <sup>3</sup>	W <sub>y</sub> см <sup>3</sup>
5	50	38	5	7,5	7,5	3,75	7,47	5,86	1,41	24,2	27,57	9,44	11,03	3,942
6,5	65	42	5,5	8,5	8	4	9,62	7,55	1,43	34,8	59,9	14,98	18,43	5,42
8	80	45	6	9	9	4,5	11,85	9,30	1,53	48,4	113,9	20,9	28,5	7,02
10	100	50	6	9	9	4,5	13,92	10,93	1,60	65,6	213,2	30,16	42,65	8,86
12	120	55	6,5	9,5	9,5	4,75	17,26	13,55	1,65	92,0	371,0	44,9	61,9	11,67
14	140	60	7	10,5	10,5	5,25	20,92	16,42	1,80	132,2	624,0	64,5	89,2	15,35
16	160	65	7,5	11	11	5,5	24,92	19,56	1,86	175,6	954,0	89,0	119,2	19,20
18	180	70	8	12	12	6	29,26	22,97	2,01	239,6	1433,0	121,0	159,2	24,26
20	200	75	8,5	12,5	12,5	6,25	33,93	26,64	2,08	306,0	2018,0	159,2	202,0	24,40
22	220	80	9	12,5	13,5	6,75	38,94	30,57	2,23	402,0	2831,0	207,8	257,3	36,00
24	240	85	9,5	14	14	7	44,28	34,76	2,30	499,0	3773,0	264,0	314,4	42,60
26	260	90	10	15	15	7,5	49,95	39,21	2,45	635,0	5045,0	334,0	388,0	51,00
30	300	100	11	16,5	16,5	8,25	62,30	48,91	2,68	957,0	8361,0	510,0	557,0	69,70

- Примітки: 1. Спади внутрішніх гранів полиць 8°/.
2. В судобудівництві вальцюють коритця №№ 18—30. із грубшими стінками, із інтервалами через 1—2 мм до подвійної нормальної гурбини.

## Короткий українсько-російський термінологічний словничок

### А

Аркуш—лист.  
Аркушевий—листовий.

### Б

Бондарний—бочарний.  
Будівля—постройка.

### В

Важіль—рычаг.  
Валка—состав (железнодорожн.).  
Вальниця—подшипник.  
Вальцювати—прокатывать.  
Вартість—значение.  
Видовжувати—удлинять.  
Виковок—поковка.  
Випинатись—выпучиваться.  
Високоатунковий—высокосортн.  
Виступний—выступающий.  
Виробний—испытательный.  
Виробовувати—испытывать.  
Виштовхування—высаживание.  
Відстань гвинта—шаг винта.  
Віконце—фонарь.  
Вістря—острие.  
Взірець—образец (для пробы).

### Г

Горищаний—чердачный.  
Грубий—толстый.  
Грубина—толщина.

### Ґ

Ґратниця—решетка (конструкция).  
Ґандж—изъян.

### Д

Даховий—кровельный.  
Двигіт—сотрясение.  
Двотетовий—двухавровый.  
Додільний—нисходящий.  
Домна—доменная печь.  
Допускний—допускаемый.  
Дотичний—соприкасающийся.

### З

Задра—заусеница.  
Закарбовувати—зачеканивать.  
Звисок—свее.  
Злучний—соединительный.  
Злука—соединение.  
Замичний—замыкающий.  
Зарисковувати—заштриховывать.  
Зварний—сварочный.  
Звід—кран (подъемный).  
Зв'язень—ферма.  
Злука—соединение.  
Злучати—соединять.  
Злучний—соединительный.  
Змивання—смятие.

### К

К оритце—швеллер.  
Коритцевий—корытный (швеллер-  
ный).  
Косець—раскос.  
Кремпіль—кронштейн.  
Кроква—стропило.  
Кроквовий—стропильный.  
Кутівка—уголок.  
Кутівковий—угловой.



## Л

Латовання—обрешетка.  
Линва—канат.  
Лятво—отливка.

## М

Мережа—сеть.  
Мутра—гайка.  
Муrowання—кладка.  
Мутроріз—метчик.

## Н

Навшахи—в шахмат, в шахматном порядке.  
Надібок—болванка.  
Напруга—напряжение.  
Нюта—заклепка.  
Нютувати—заклепывать.

## О

Обгорода—ограждение.  
Обриска—фасонка.  
Обрисовий—фасонный.  
Обтяг—нагрузка (машины).  
Обтяжувати—нагружать.  
Обтискач—обжимка.  
Округлина—округление.  
Отвір—отверстие.

## П

Переліжка—прокладка.  
Перекрій—сечение.  
Перетин—пересечение.  
Перехресний—пересекающийся.  
Підойма—подъемник.  
Пов'язень—связь.  
Повнака—обозначение.  
Позначати—обозначать.  
Почіпний шлях—подвесная дорога  
Поклітний—карбований.  
Припасовувати—пригонять.  
Прогін—пролет, прогон.  
Прогонич—болт.  
Пройма—проем.  
Підходень—косоур.

## Р

Рейка—рельса.  
Риштовання—леса.  
Рисунок—чертеж.  
Різь—нарезка.  
Розжарений—раскаленный.  
Ровладновувати—расстраивать.  
Розрахунок—расчет.  
Рухомий—подвижной.

## С

Силіцій—кремний.  
Скільний—скалывающий.  
Складовий—составной.  
Склепінний—сводчатый.  
Спад—уклон.  
Споруда—сооружение.  
Стиск—сжатие.  
Стояк—стойка.  
Стрижень—стержень.  
Сумар—коротыш.  
Сувійний—рольный.  
Сустав—шарнир.  
Сходи—лестница.  
Сходини—ступеньки.

## Т

Тягар—груз.  
Трям—балка.  
Тиск—давление.

## Ц

Цупкісна кутівка—уголок жесткости

## Ч

Чин—действие.  
Чинити—действовать.

## Ш

Шар—слой.  
Шво—шов.  
Шруба—шуруп.  
Штаба—полоса.  
Штабовий—полосовый.

## Щ

Щогла—мачта.

## З М І С Т

	Стор
Вступ . . . . .	3
I. Які є метали і де їх застосовують . . . . .	5
II. Торговельні сорти заліза . . . . .	6
III. Обрисове, сортове, аркушеве залізо . . . . .	7
1. Обрисове залізо . . . . .	7
2. Сортове залізо . . . . .	8
3. Аркушеве залізо . . . . .	8
IV. Умови приймання . . . . .	10
V. Випробовування заліза . . . . .	11
а. Вага . . . . .	11
б. Зовнішній стан . . . . .	11
в. Міцність . . . . .	12
1. Випробовування на розрив . . . . .	12
2. Інші випробовування . . . . .	14
VI. Допускні напруги . . . . .	15
VII. Дійсні напруги . . . . .	16
VIII. Розрахунковий перекрій . . . . .	17
IX. Засоби злучати . . . . .	19
1. Ньютові злуки . . . . .	20
А. Розміри нют . . . . .	21
Б. Норми нют . . . . .	22
В. Умовні позначки нют . . . . .	23
Г. Розрахунок ньотових злук . . . . .	24
а) на зріз . . . . .	26
б) на зминання . . . . .	27
Г'. Розміщення нют на штабовому залізі . . . . .	34
Д. Розміщення нют у кутівках . . . . .	36
а) рівнобоких . . . . .	37
б) нерівнобоких . . . . .	38
Е. Розміщення нют на іншому обрисовому залізі . . . . .	38



2. Прогоничні злуки:	
Застосування прогоничів . . . . .	42
Розміщення прогоничів . . . . .	43
Позначання прогоничів . . . . .	44
Розрахунок прогоничів . . . . .	45
X. Визначення розмірів окремих елементів . . . . .	48
XI. Вальцьовані й нютовані трями . . . . .	52
а. Вальцьовані трями . . . . .	52
б. Нютовані трями . . . . .	54
XII. Злучання трямів . . . . .	57
а. Злучання вальцьованих трямів . . . . .	58
б. Прикріплення вальцьованих трямів до нютованих . . . . .	65
XIII. Перетин стрижнів . . . . .	66
XIV. Стики . . . . .	66
1. Стики стиснутих і витягнутих елементів . . . . .	67
а. Стик штабового заліза . . . . .	67
б. Стик кутівок . . . . .	69
в. Інші подібні стики . . . . .	71
2. Стики згинаних елементів:	
а. Вальцьованих трямів . . . . .	—
б. Нютованих трямів . . . . .	—
XV. Конструкція вузлів . . . . .	75
XVI. Конструкція стрижнів між вузлами . . . . .	83
а. Витягнуті стрижні . . . . .	84
б. Стиснуті стрижні . . . . .	85
XVII. Основи конструктивних розрахунків . . . . .	87
XVIII. Основні позначки на рисунки . . . . .	88
XIX. Норми й напруги . . . . .	90
Додаток . . . . .	91
Короткий українсько-російський термінологічний словничок . . . . .	101





40

Ціна 45 коп.

