

Металлические фермы

Общие сведения, классификация,
основы расчета и конструирования

Металлические фермы

Ферма – система стержней, соединенных между собой в узлах и образующих геометрически неизменяемую конструкцию

Область применения:

- Покрытия и перекрытия общественных, промышленных, реже жилых зданий;
- Подкрановые конструкции;
- Мосты;
- Транспортные галереи;
- Башни, мачты, опоры ЛЭП;
- Специальные сооружения (грузоподъемные краны, телескопы и т.д.).

При приложении нагрузки в узлы фермы и пересечении осей элементов в одной точке (в центре узла) жесткость узлов зачастую несущественно влияет на работу конструкции и в расчете узлы могут приниматься **шарнирными**. Таким образом, все элементы фермы (при узловом приложении нагрузки) являются **центрально-сжатыми** или **центрально-растянутыми**. Благодаря этому **материалоемкость** ферм значительно **ниже**, чем материалоемкость балок

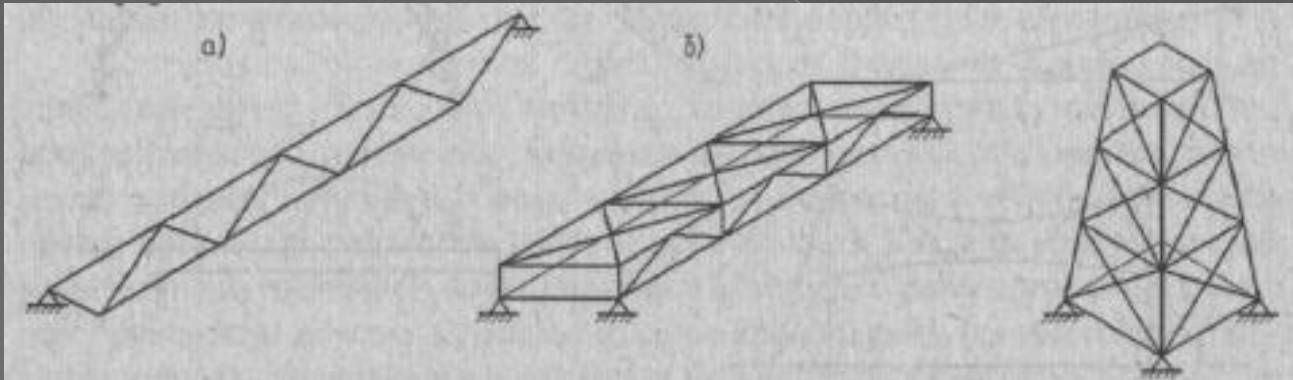
Металлические фермы

Недостатки ферм

- Большое число элементов;
- Повышенная трудоемкость транспортировки и монтажа

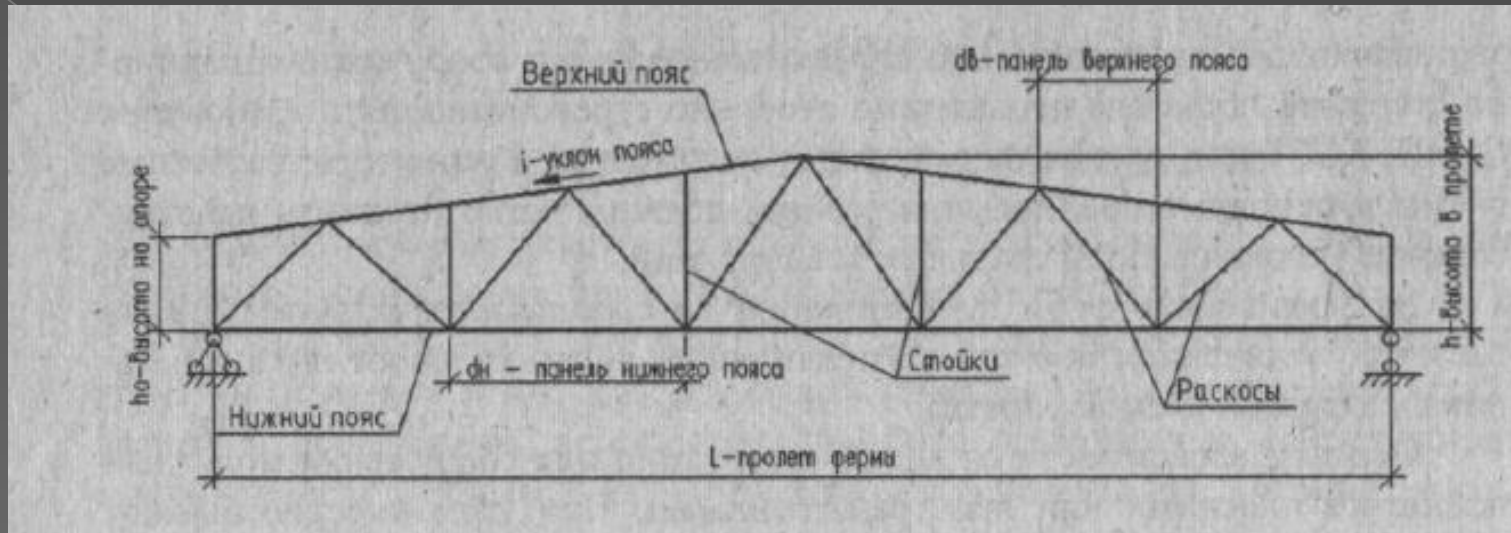
По конструкции фермы делятся на

- Плоские;
- Пространственные.



Фермы состоят из **верхнего** и **нижнего поясов**, соединенных между собой **решеткой**, состоящей из **раскосов** и **стоек**.

Металлические фермы



Панель фермы – расстояние между узлами решетки.

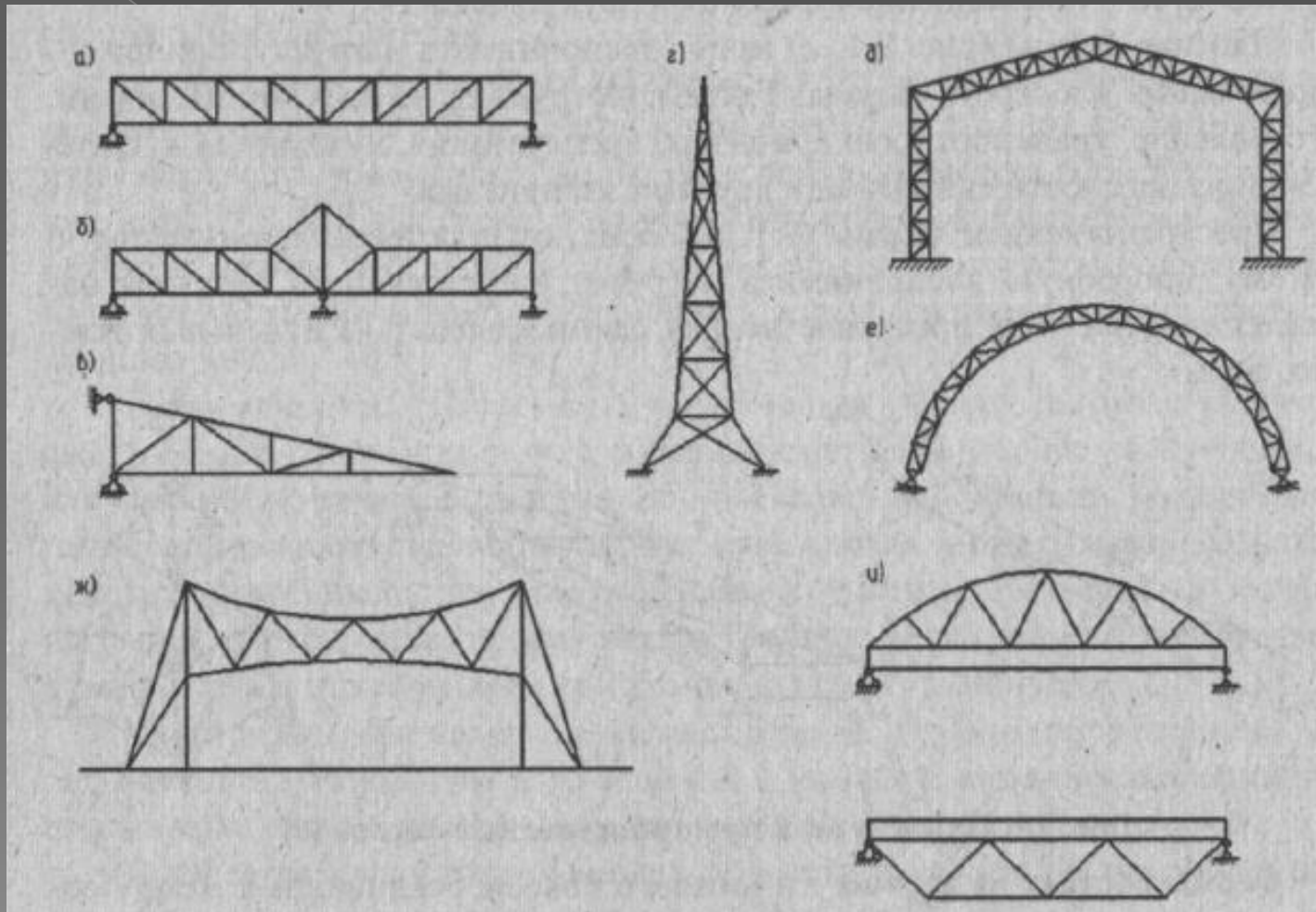
Пролет – расстояние между опорами.

Высота фермы – расстояние между осями поясов или их наружными гранями

Металлические фермы

По статической схеме фермы делятся на:

- Балочные (разрезные, неразрезные, консольные);
- Арочные;
- Рамные;
- Вантовые.



Металлические фермы

По очертанию поясов:

- С параллельными поясами;
- Трапецеидальные;
- Полигональные;
- Сегментные;
- Треугольные.

По способу соединения в Узлах:

- Сварные;
- Болтовые;
- Клепанные.

По величине максимальных Усилий:

- Легкие;
- Тяжелые.

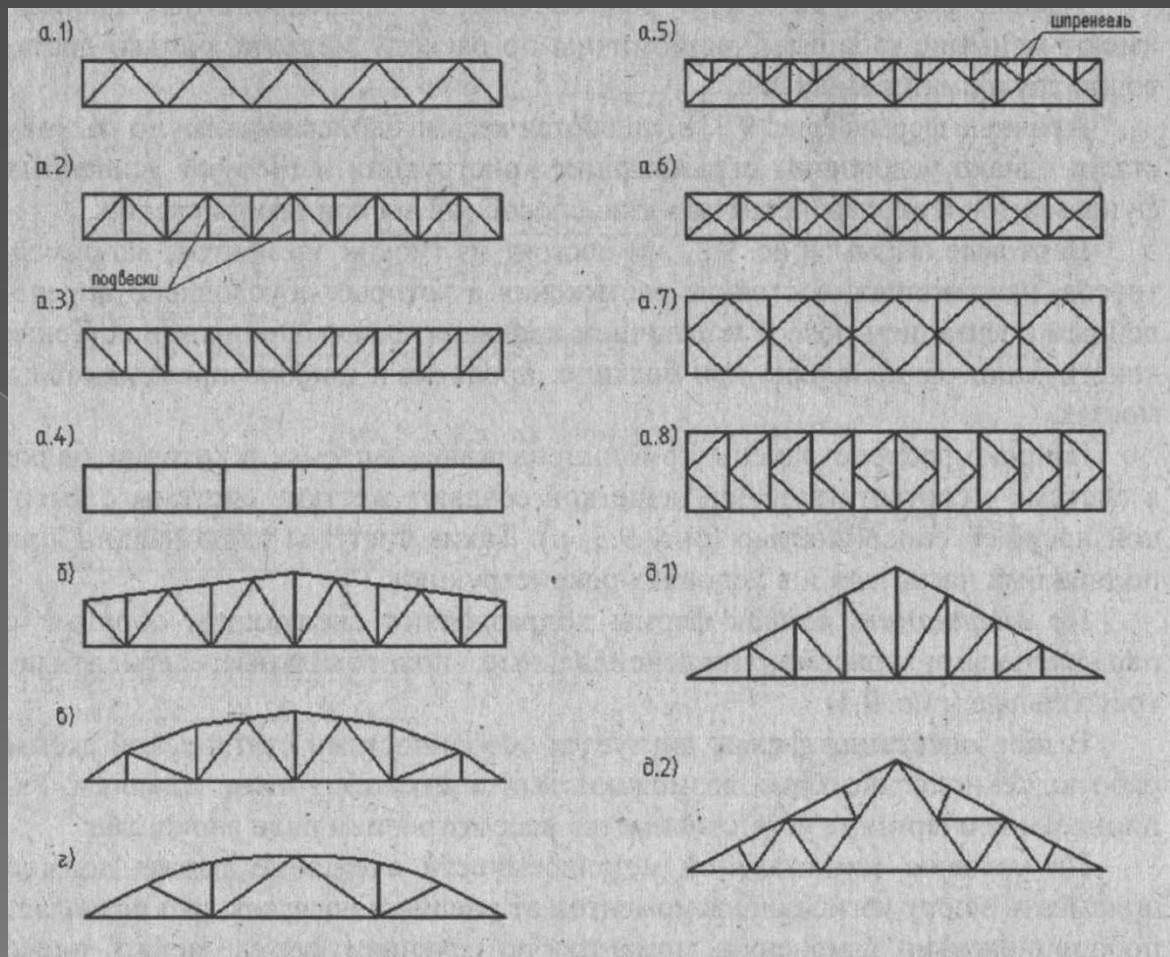


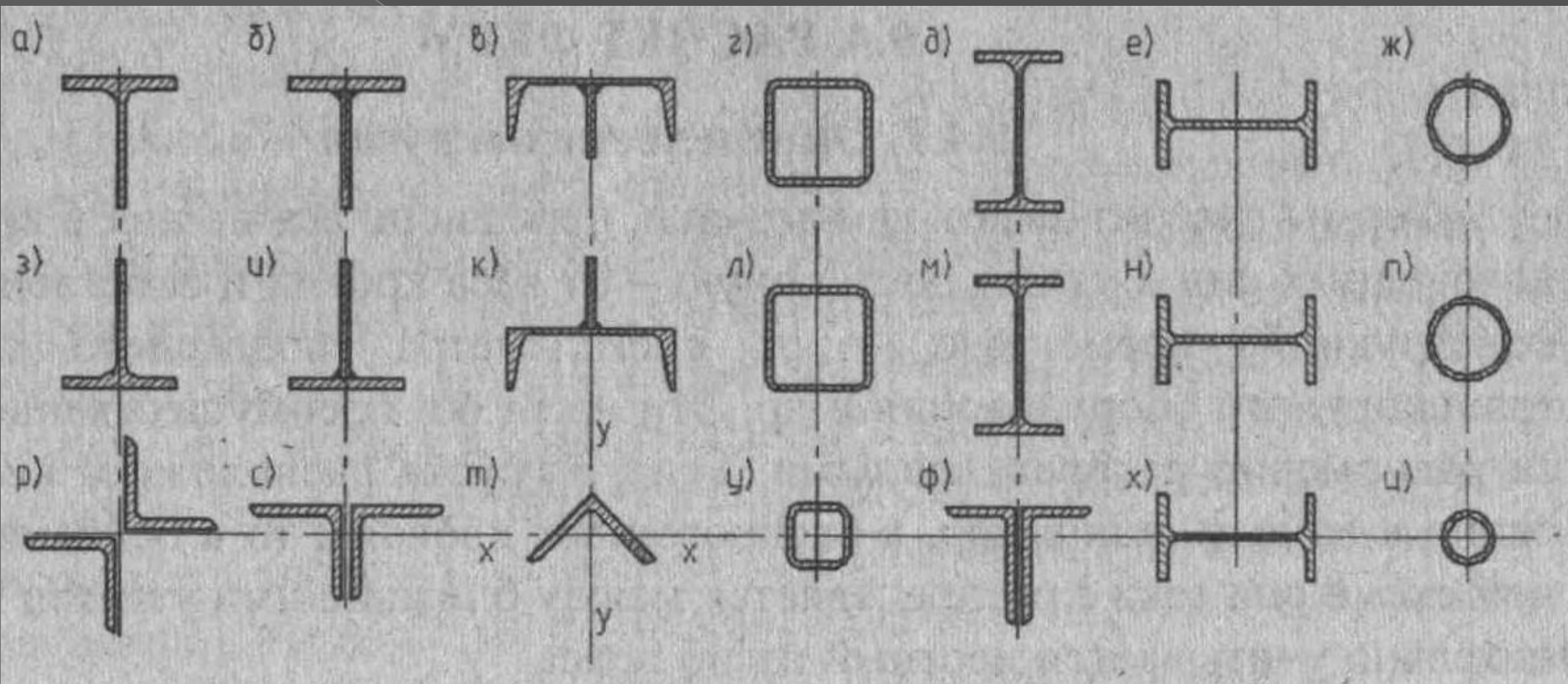
Рис. 9.4. Классификация ферм по очертанию поясов и типу решетки:

а.1) с параллельными поясами, треугольной решеткой; а.2) то же с треугольной решеткой со стойками и подвесками; а.3) то же с раскосной решеткой; а.4) то же, со шпренгельной решеткой; а.5) то же безраскосная; а.6) то же, крестовая; а.7) то же, ромбическая; а.8) то же, полураскосная; б) трапецеидальная; в) полигональная; г) арочная; д.1) треугольная с раскосной решеткой; д.2) то же, с затяжкой

Компоновка ферм

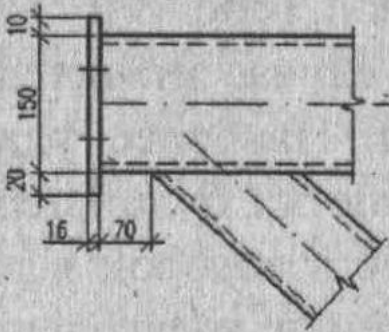
1. Определяют статическую схему и очертание фермы;
2. Пролет фермы, как правило, устанавливается заданием на проектирование;
3. Высота фермы определяется архитектурными требованиями, требованиями жесткости и условиями минимального расхода стали;
4. Размеры панелей должны, как правило, соответствовать расстоянию между элементами, передающими нагрузку на ферму и отвечать оптимальному углу наклона раскосов. Оптимальный угол наклона для треугольной решетки – 45° , для раскосной – 35° . Для формирования узлов оптимальный угол наклона раскосов – 45° .
5. Унификация и модулирование геометрических размеров ферм.

Типы сечений элементов легких ферм

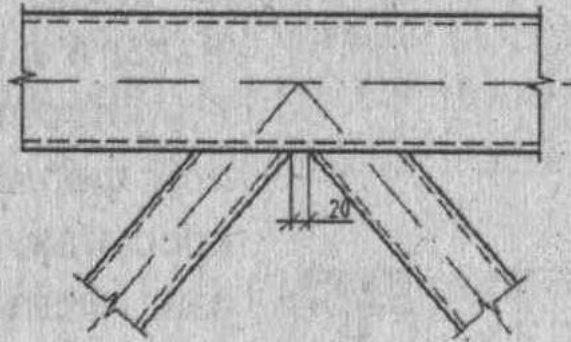


Узлы легких ферм

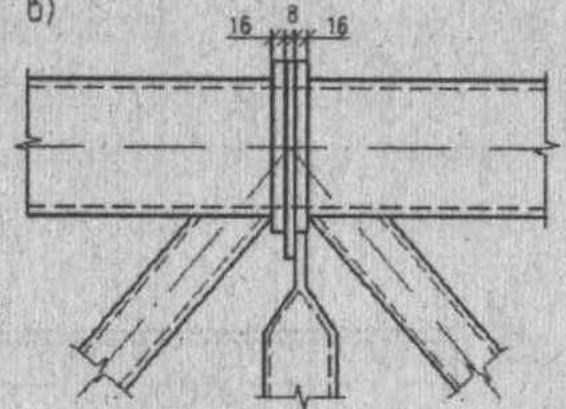
а)



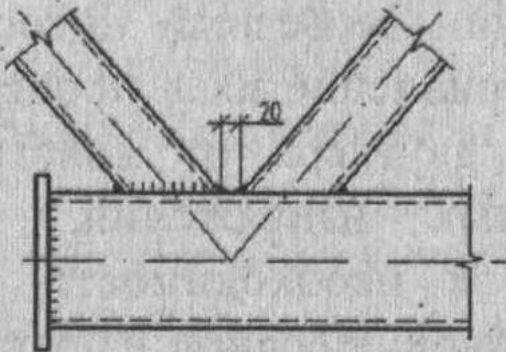
б)



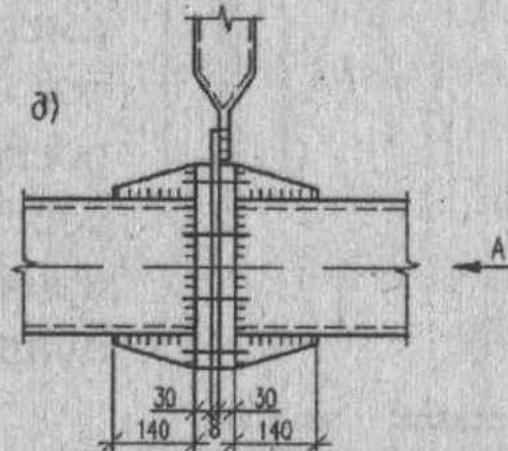
в)



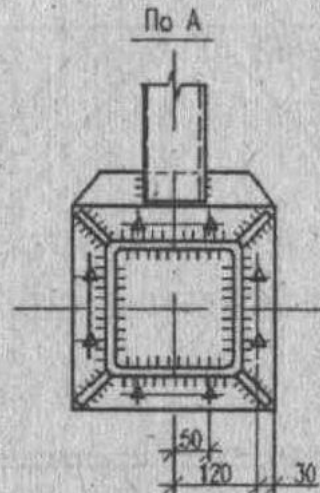
г)



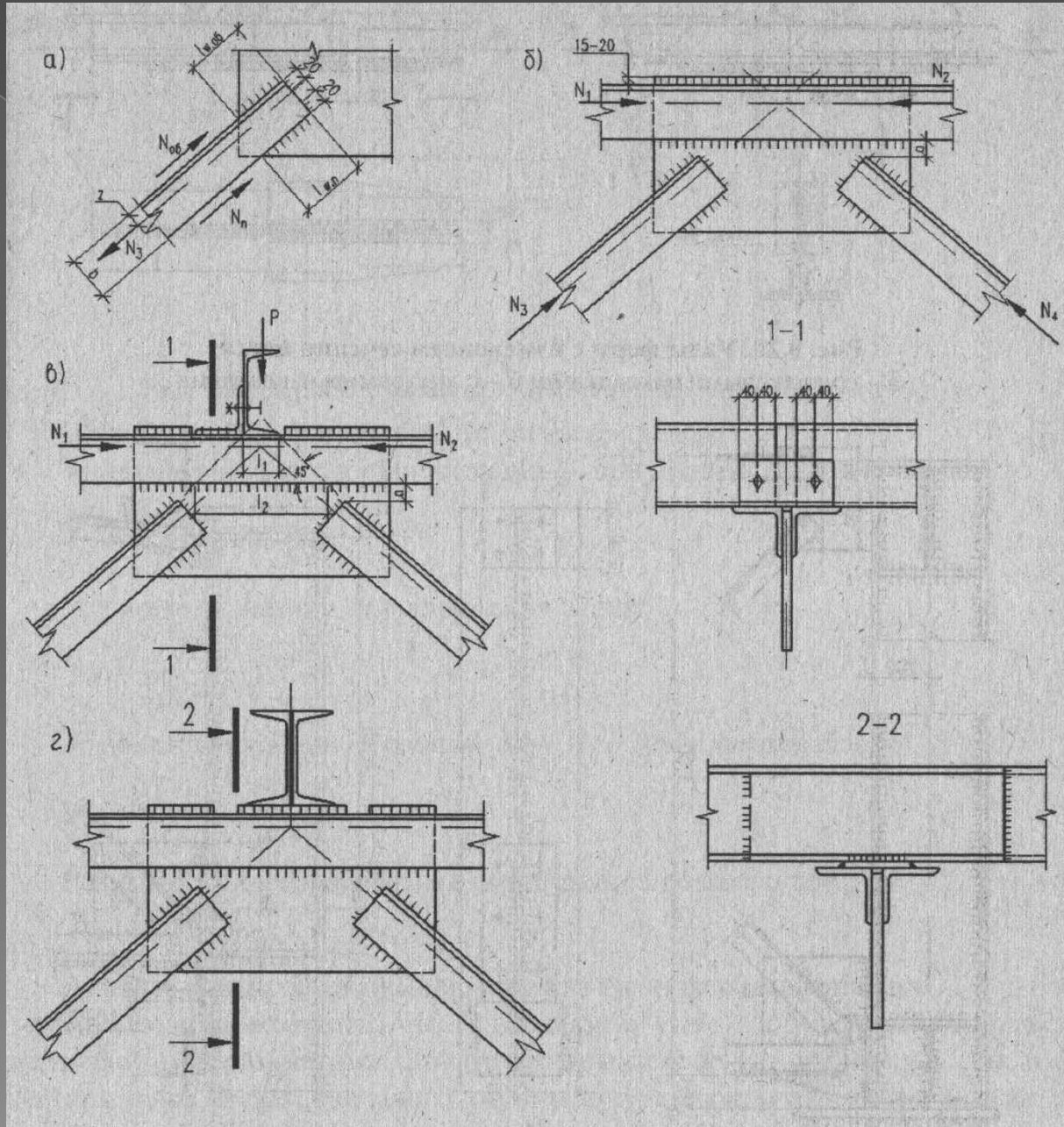
д)



A



Узлы легких ферм



Подбор сечений элементов ферм

Подбор сечений сжатых элементов

1. Определение максимального усилия N в стержне от возможных комбинаций нагрузок;
2. Определение расчетной длины стержня $l_{ef} = \mu l$

Направление потери устойчивости	Расчетная длина l_{ef}	
	поясов, опорных раскосов и стоек	прочих элементов решетки
1. В плоскости фермы: а) для ферм, кроме указанных в поз. 1, б б) для ферм из одиночных уголков и ферм с прикреплением элементов решетки к поясам впритык	l l	$0,8l$ $0,9l$
2. Из плоскости фермы: а) для ферм, кроме указанных в поз. 2, б б) для ферм с поясами из замкнутых профилей с прикреплением элементов решетки к поясам впритык	l_1 l_1	l_1 $0,9l_1$

Примечание: l – геометрическая длина элемента (расстояние между центрами узлов);
 l_1 – расстояние между центрами узлов, закрепленными от смещения из плоскости фермы (поясами ферм, связями, плитами покрытия и т.д.)

3. Предварительное назначение гибкости λ . Для поясов $\lambda \approx 60-90$. Для решетки $\lambda = 90-120$.
4. Определение условной гибкости $\bar{\lambda}$ и коэффициента устойчивости φ (приложение Д СП)

Подбор сечений элементов ферм

5. Нахождение требуемой площади сечения по формуле

$$A_{mp} \geq \frac{N}{\varphi R_y \gamma_c}$$

6. Нахождение требуемого радиуса инерции

$$i_{mp} \geq \frac{l_{ef}}{\lambda}$$

7. Выбор профиля из сортамента или компоновка сечения, с определением фактических характеристик сечения

$$A, i_x, i_y, \lambda_x, \lambda_y$$

8. Уточнение коэффициента продольного изгиба φ_{\min}

9. Проверка устойчивости стержня по формуле

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_{\min} A} \leq R_y \gamma_c$$

10. Корректировка сечения и проверка сечения по условию гибкости

Подбор сечений элементов ферм

Подбор сечений растянутых элементов

1. Определение максимального усилия N в стержне от возможных комбинаций нагрузок;

2. Определение требуемой площади сечения

$$A_{mp}^{netto} \geq \frac{N}{R_y \gamma_c}$$

3. Выбор профиля из сортамента или компоновка сечения, с определением фактических геометрических характеристик

4. Проверка прочности по формуле

$$\sigma = \frac{N}{A_{netto}} \leq R_y \gamma_c$$

5. Корректировка сечения и проверка по условию гибкости

Конструирование легких ферм

