

**Государственный комитет Российской Федерации  
по высшему образованию  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

---

Д. Е. Бортяков, А. Н. Орлов

**ГРУЗОПОДЪЕМНЫЕ МАШИНЫ**

Учебное пособие

Санкт-Петербург  
1995

УДК 621.873./875

Бортяков Д.Е., Орлов А.Н. Грузоподъемные машины: Учеб. пособие / СПб. гос. техн. университет. СПб, 1995. 88 с.

Приведены иллюстрации к лекциям по дисциплине "Грузоподъемные машины", читаемой студентам специальности "Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование" в течение трех семестров.

Нумерация иллюстраций соответствует разделам дисциплины. При чтении лекций лектором используются плакаты, дублирующие иллюстрации.

Соответствует государственным образовательным стандартам N 551400 "Наземные транспортные системы", N 551800 "Технологические машины и оборудование", предназначено для специальности N 170900, 150400 "Подъемно-транспортные, строительные дорожные машины и оборудование". Раскрываются вопросы по разделам 2.2.3 "Требования по циклу общеобразовательных дисциплин" и 2.2.4 "Требования по циклу специальных дисциплин".

Ил. 122

Печатается по решению редакционно-издательского совета Санкт-Петербургского государственного технического университета.

© Санкт-Петербургский  
государственный  
технический  
университет, 1995

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ.....	4
2. ДЕТАЛИ И УЗЛЫ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ МАШИН.....	7
3. МЕХАНИЗМЫ КРАНОВ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ.....	12
4. СПЕЦИАЛЬНЫЕ СТРЕЛОВЫЕ КРАНЫ.....	29
4.1. СТРЕЛОВЫЕ САМОХОДНЫЕ КРАНЫ.....	29
4.2. БАШЕННЫЕ КРАНЫ.....	33
4.3. СУДОВЫЕ И ПЛАВУЧИЕ КРАНЫ.....	39
4.4. ПОРТАЛЫ.....	44
5. УСТОЙЧИВОСТЬ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ КРАНОВ.....	46
6. СТРЕЛОВЫЕ УСТРОЙСТВА.....	51
7. ГРУЗОЗАХВАТНЫЕ УСТРОЙСТВА.....	53
8. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ТИПЫ МЕХАНИЗМОВ ПОДЪЕМА.....	61
9. СПЕЦИАЛЬНЫЕ МОСТОВЫЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ КРАНЫ.....	72

# 1. Введение

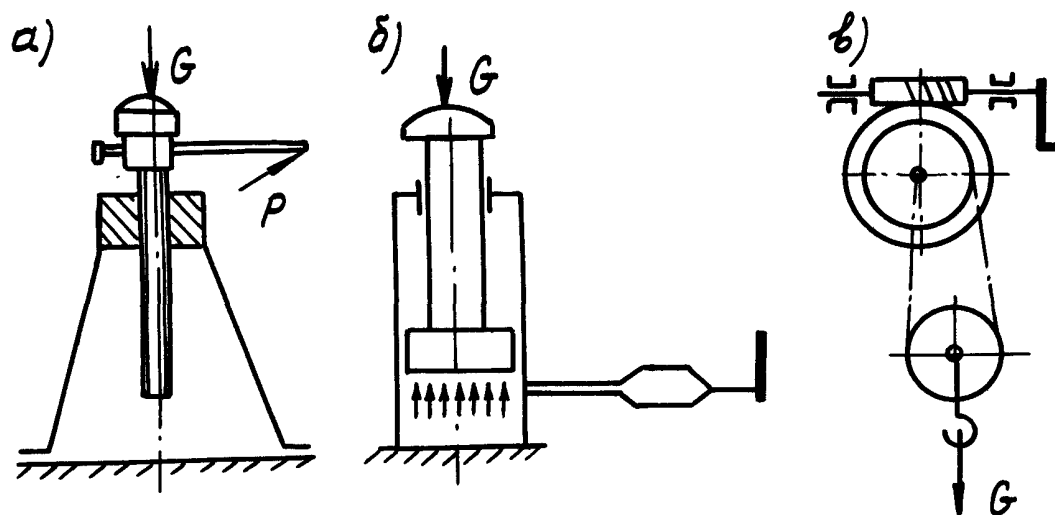


Рис.1.1.Простейшие подъемные устройства: а,б - домкраты, в - таль

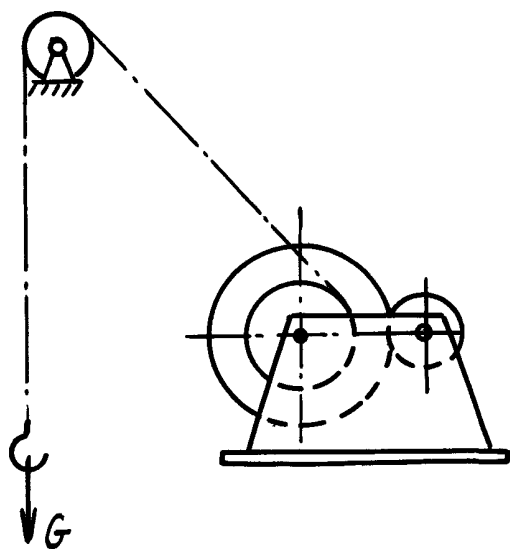


Рис.1.2. Лебедка

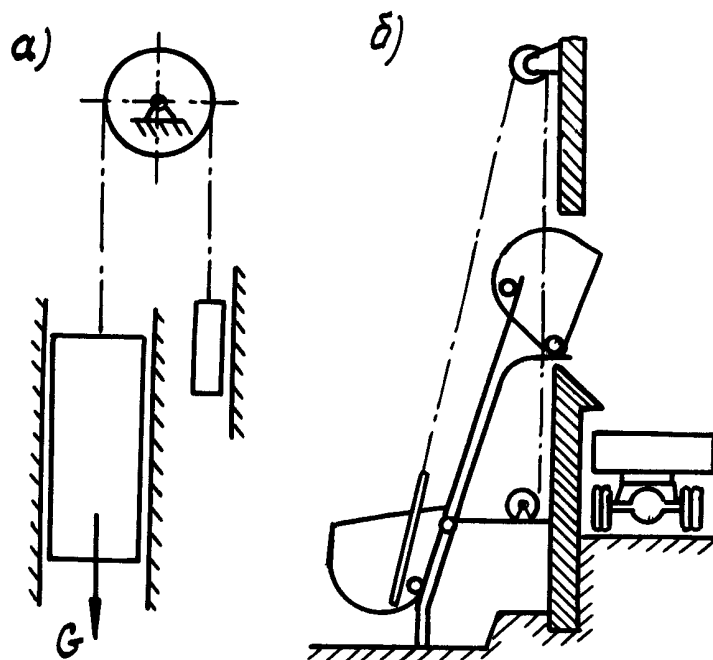
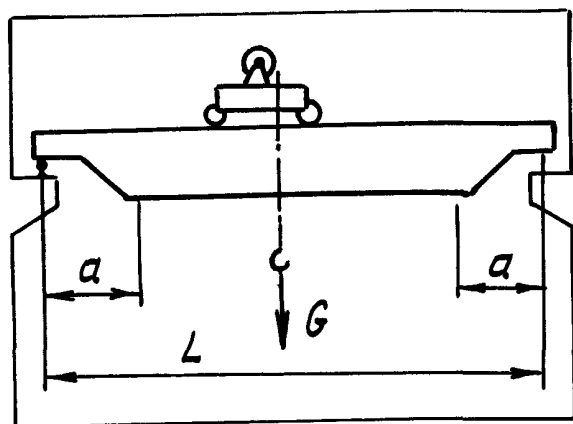
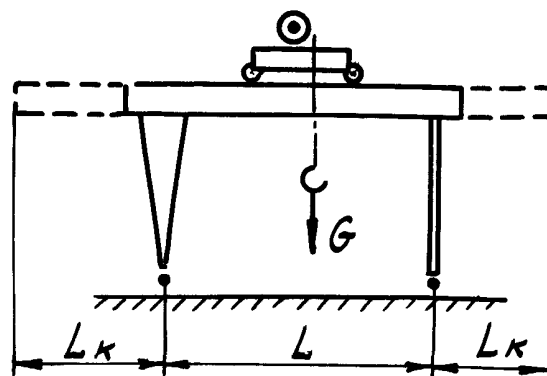


Рис.1.3.Подъемники: а - лифт, б - скиповый подъемник

а)



б)



в)

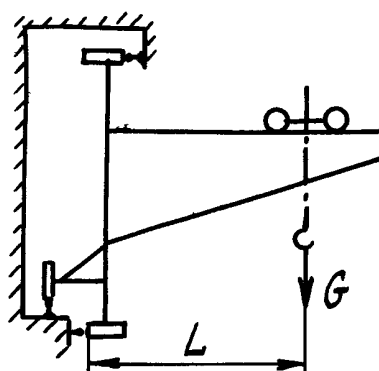


Рис.1.4.Краны мостового типа: а-мостовой, б-козловой, в-консольный

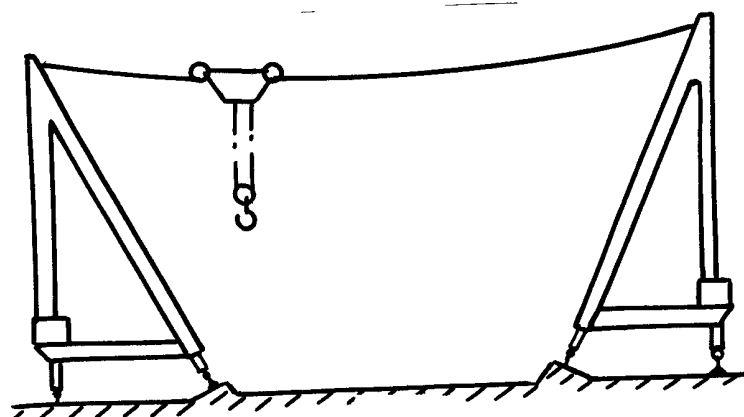
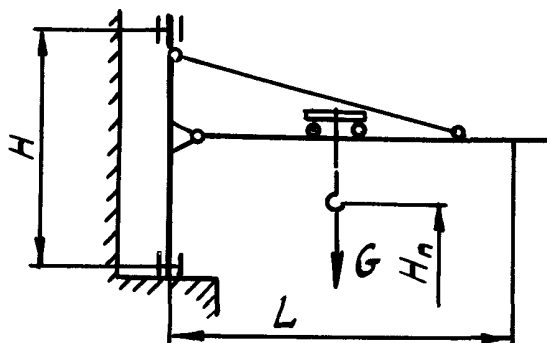
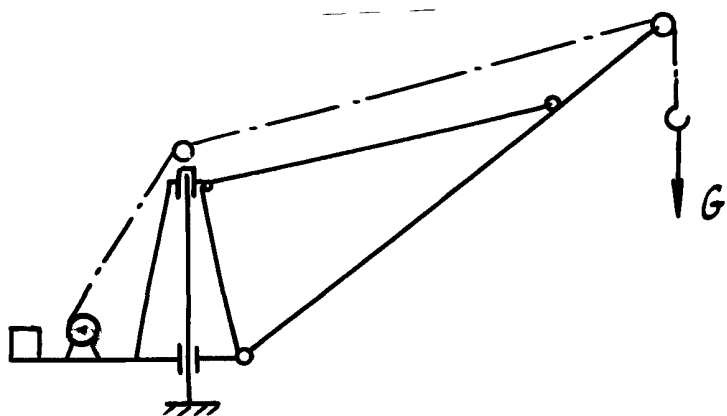


Рис.1.5.Кабельный кран

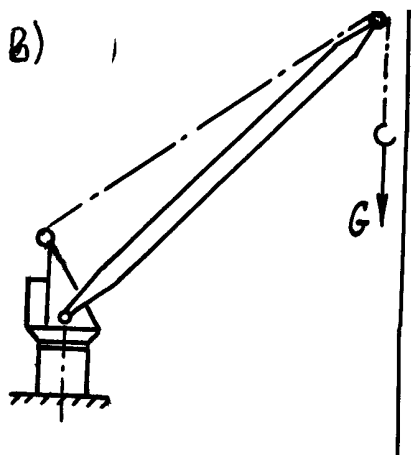
а)



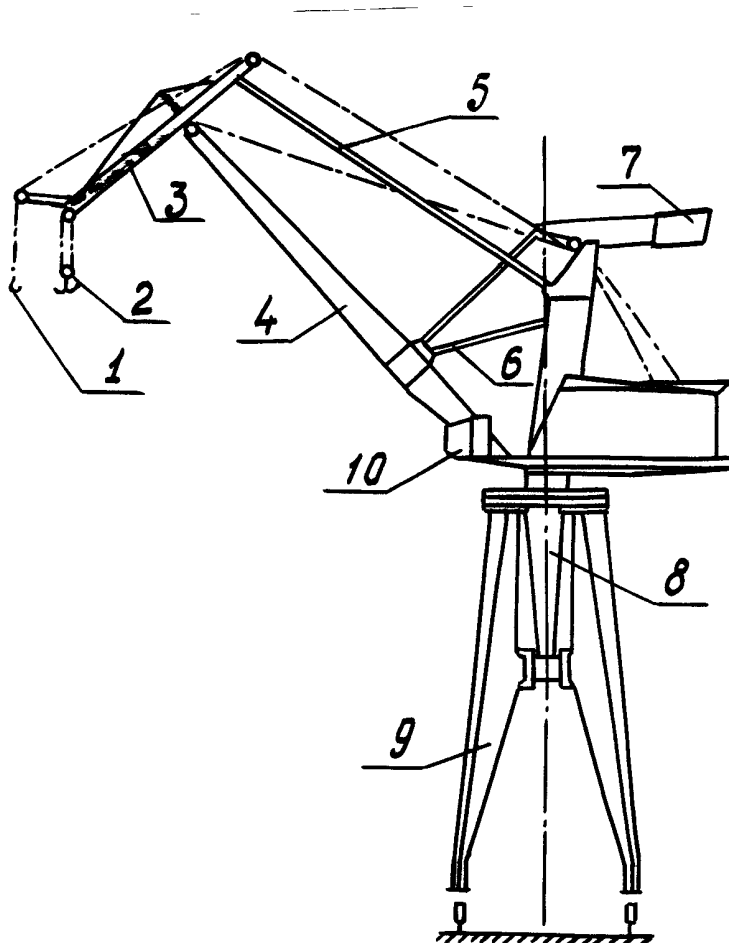
б)



в)



г)



2)

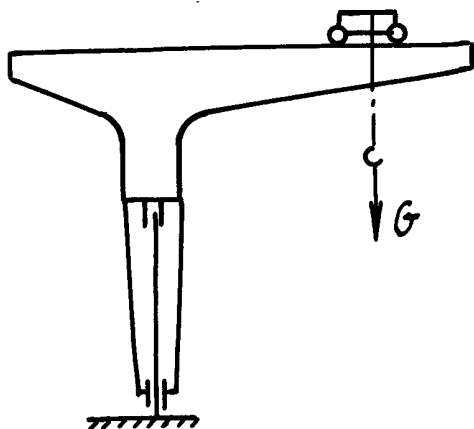


Рис.1.6.Краны стрелового типа: а - настенно-поворотный, б, в, г - стационарные, д - порталный

## 2. Детали и узлы грузоподъемных машин

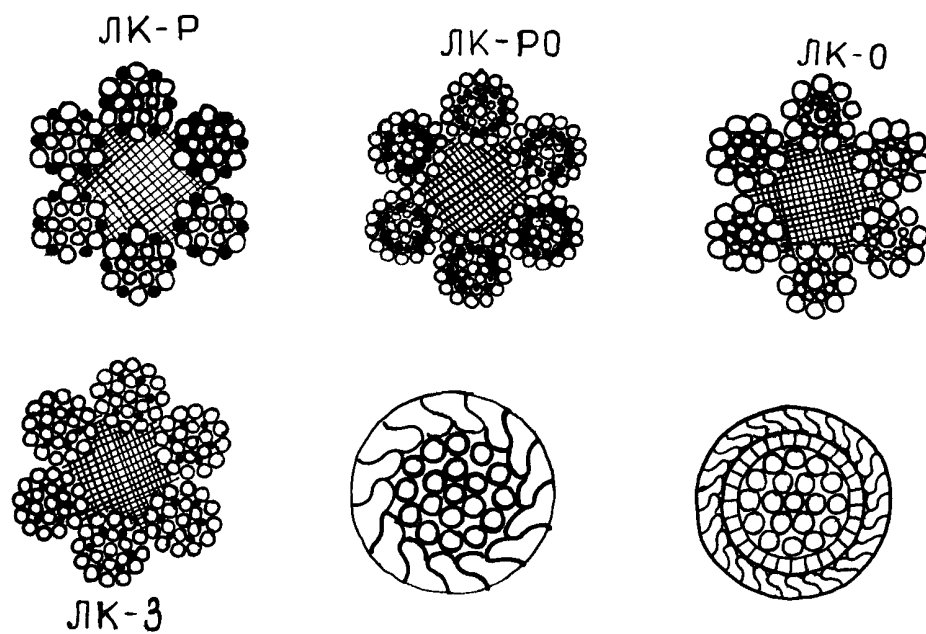


Рис. 2.1. Стальные канаты

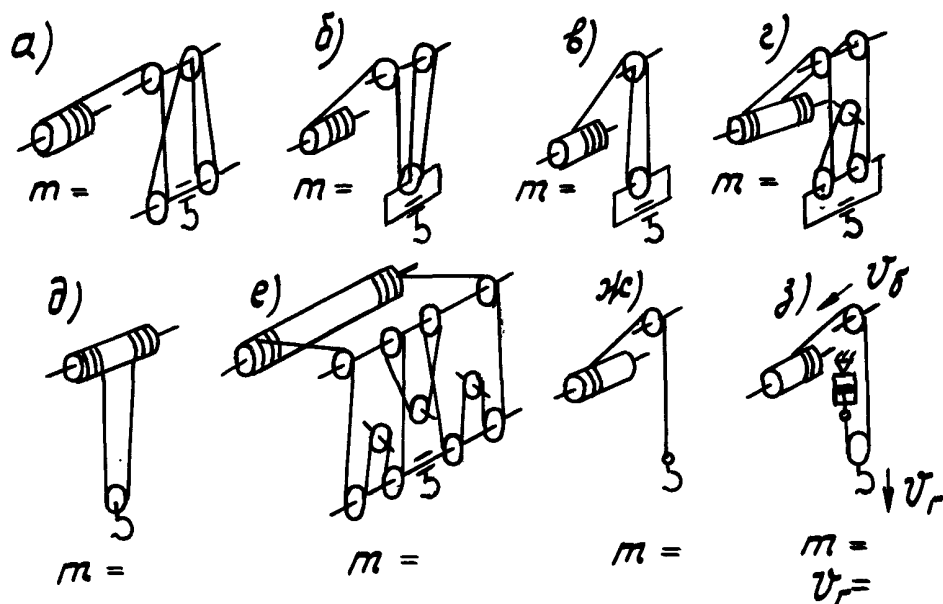


Рис. 2.2. Полиспасты

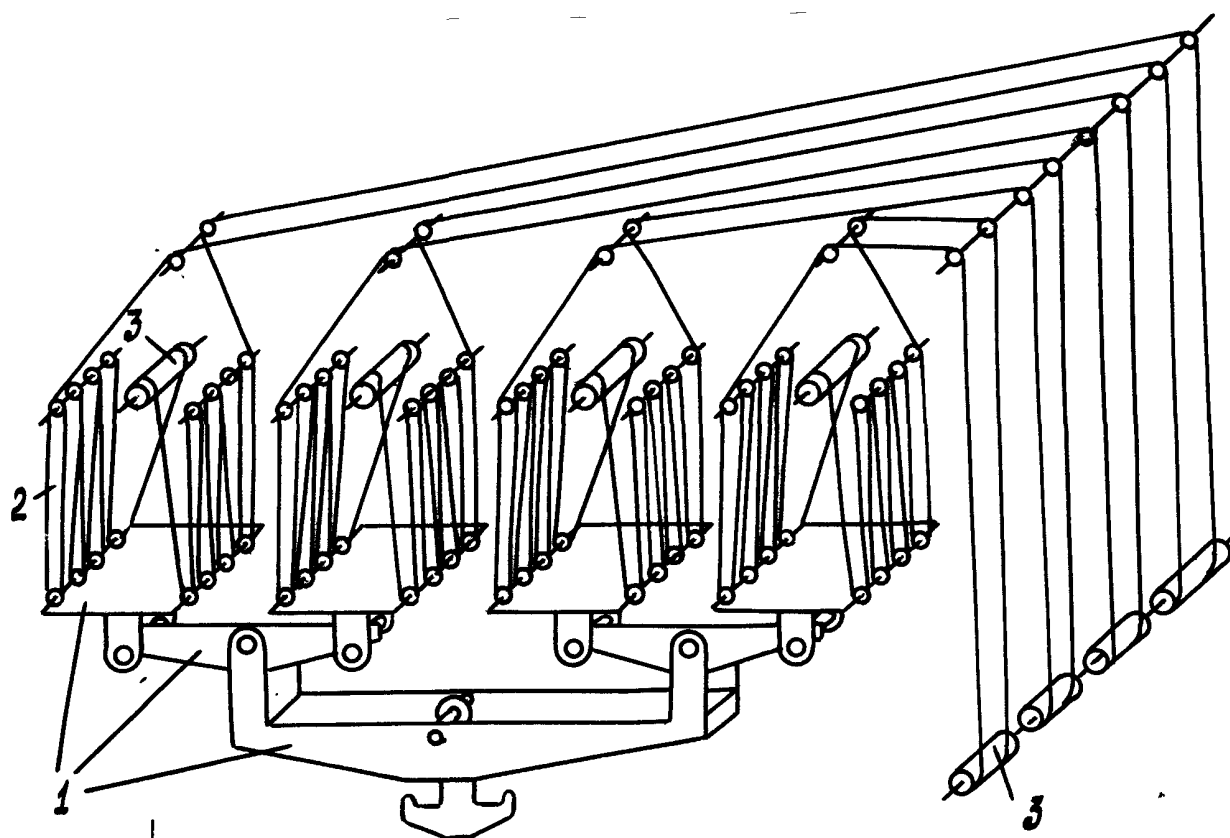


Рис.2.3.Схема запасовки канатов механизма подъема плавучего крана

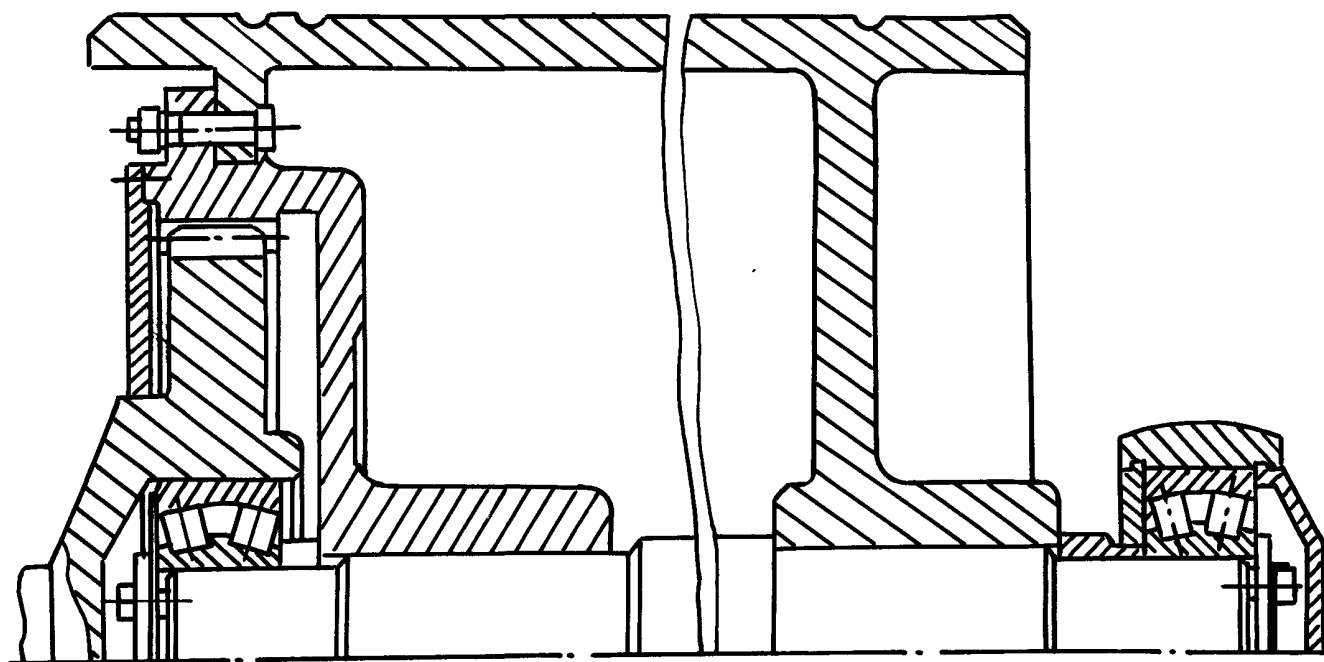


Рис.2.4.Барaban для стальных канатов







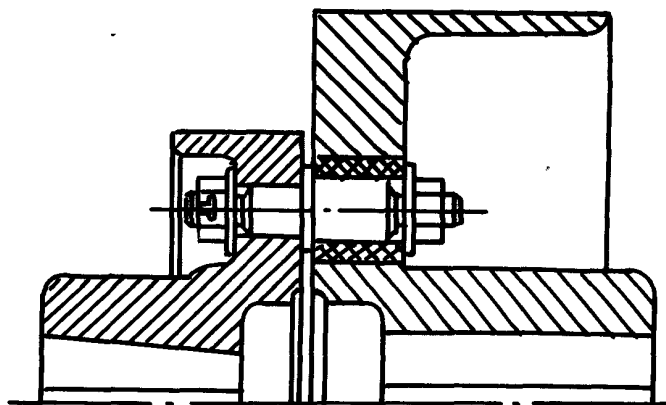


Рис.2.7.Муфта с тормозным шкивом

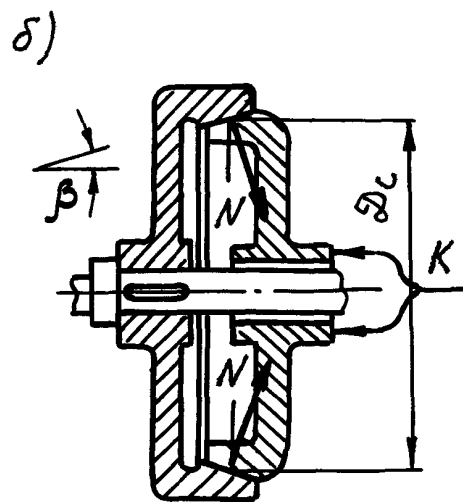
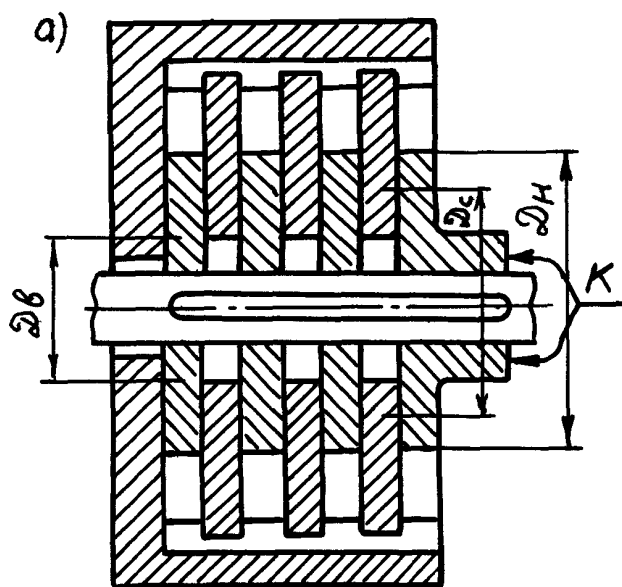


Рис.2.8.Дисковый (а) и конусный (б) тормоза

### 3. Механизмы кранов общего назначения

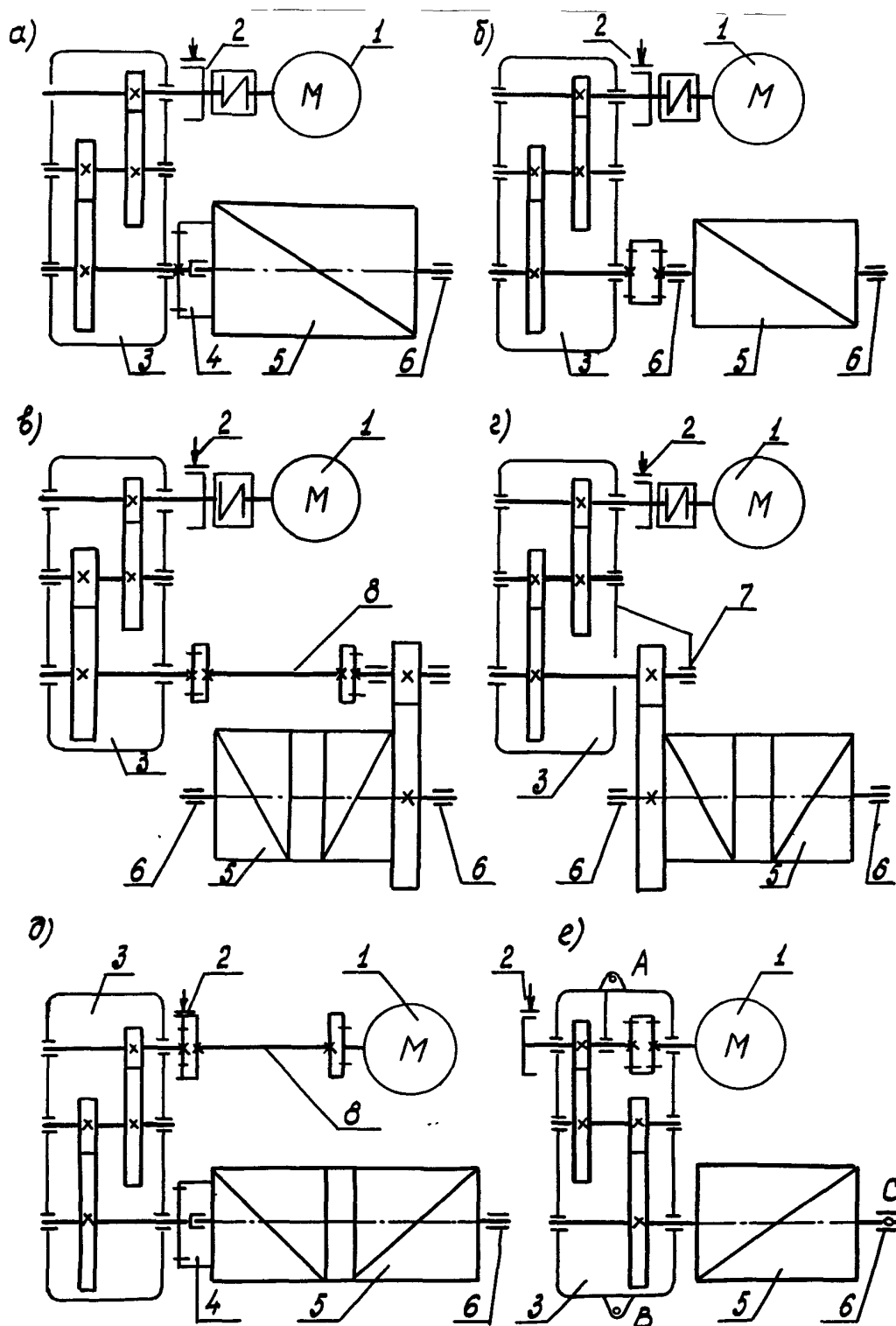


Рис. 3.1. Основные типы механизмов подъема крюковых кранов: 1-двигатель, 2-тормоз, 3-редуктор, 4-зубчатая муфта, 5-барабан, 6-опора барабана

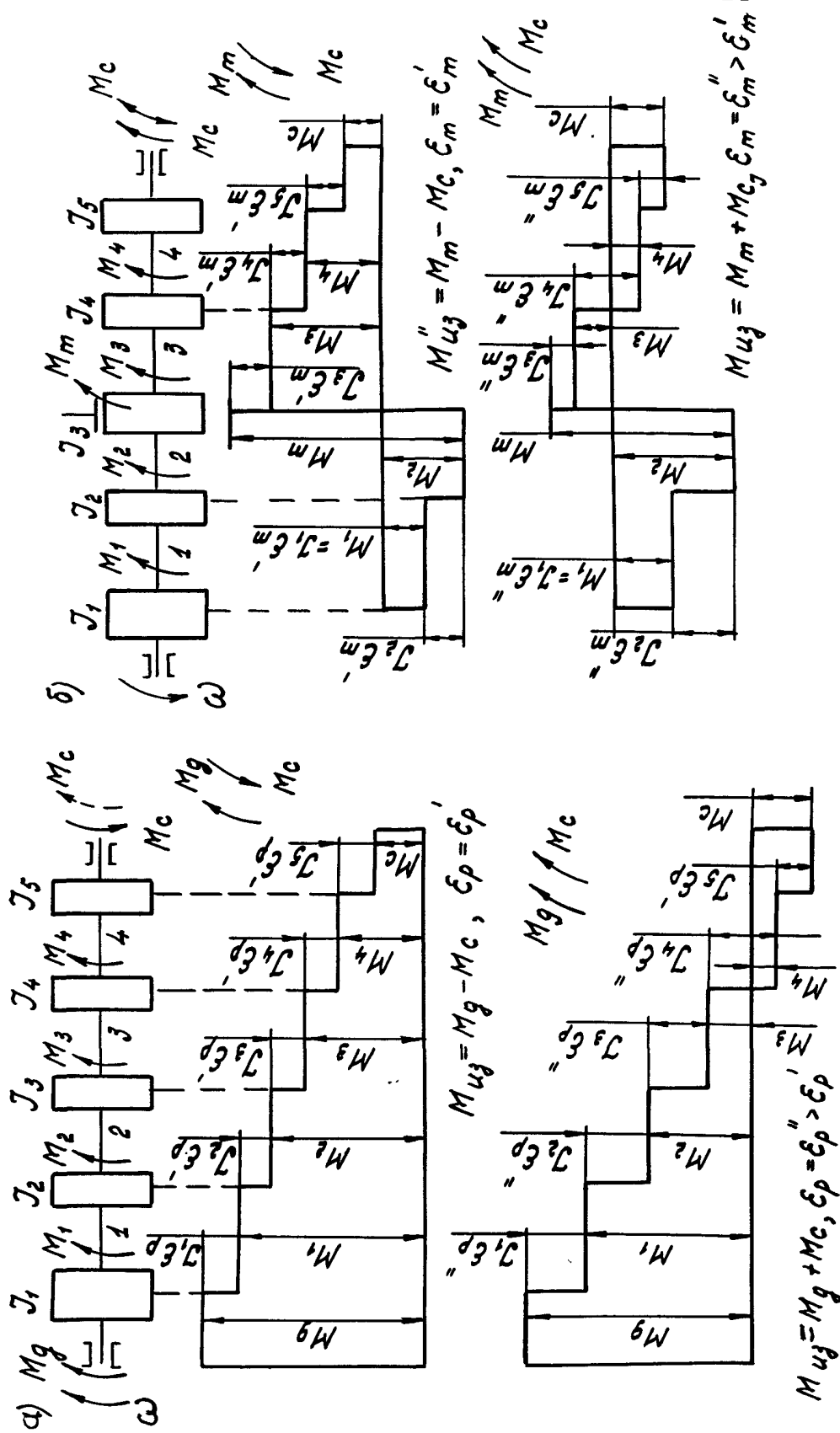


Рис.3.2. Распределение крутящих моментов в механизме с жесткими связями при разгоне (а) и торможении (б)

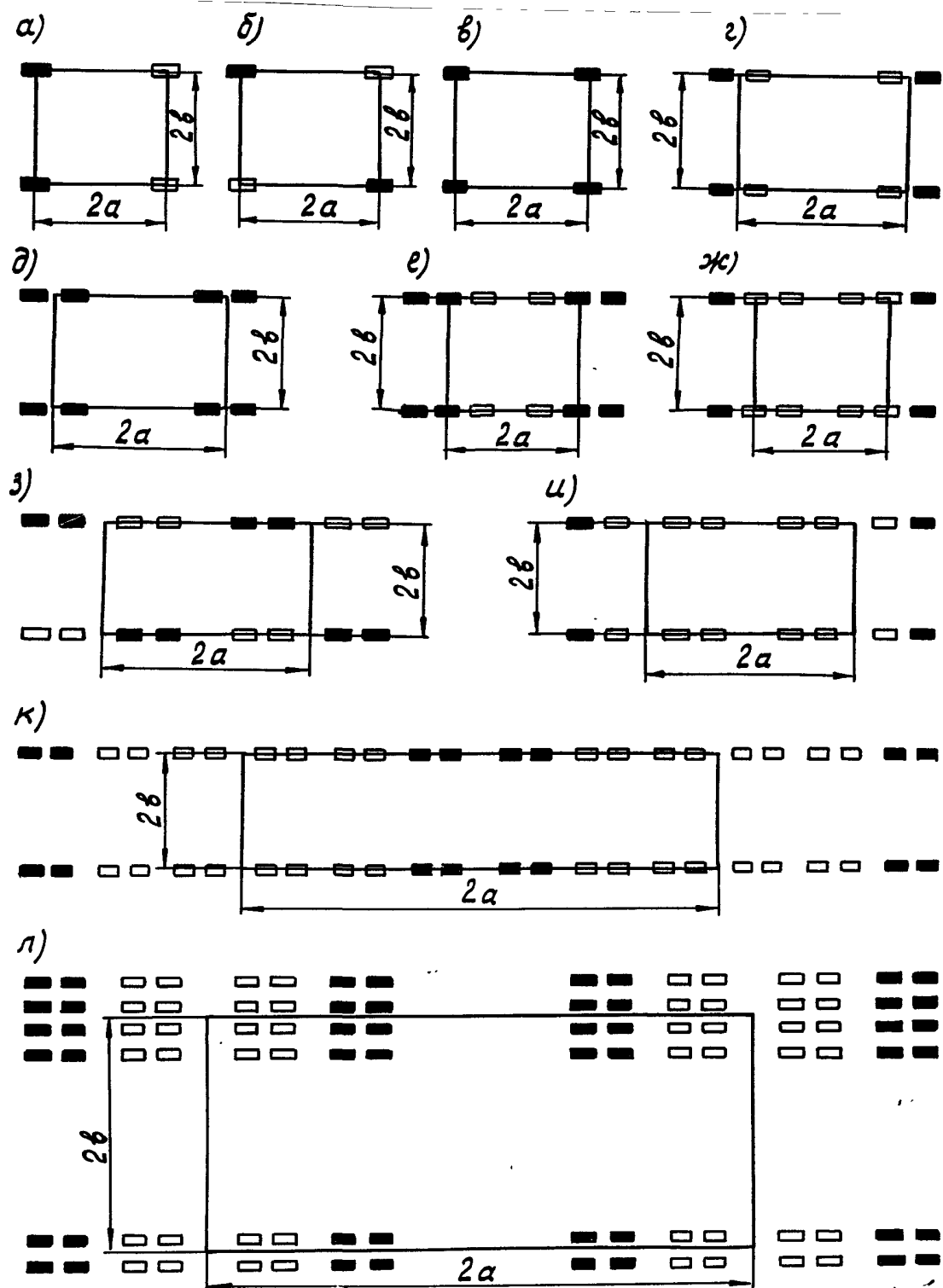


Рис.3.3.Схемы расположения ходовых колес на кранах и тележках

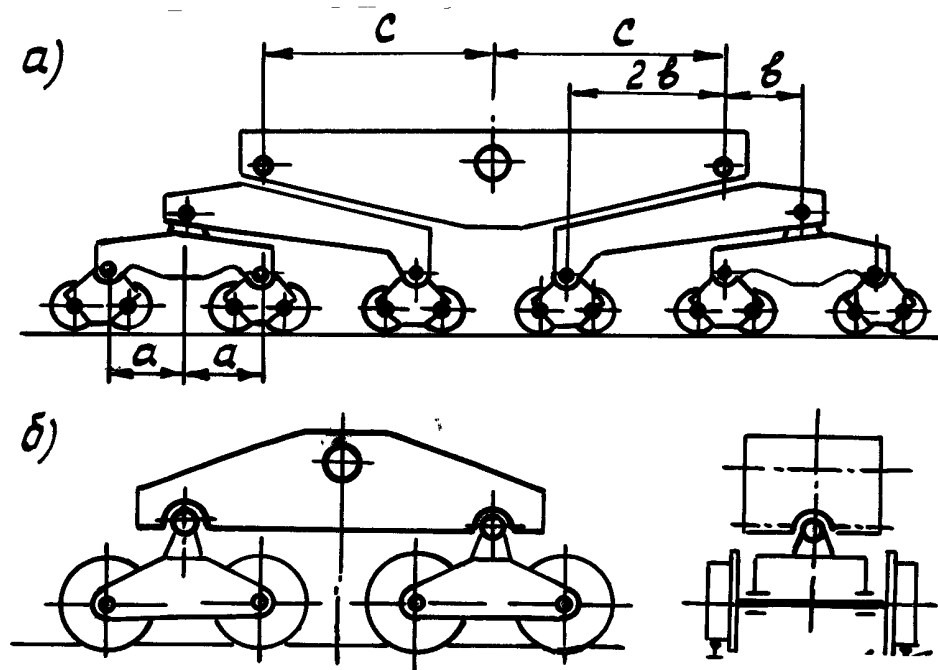


Рис.3.4.Схемы балансиров механизмов передвижения:  
а - портального крана, б - мостового перегружателя при  
двухрельсовом пути под опорой

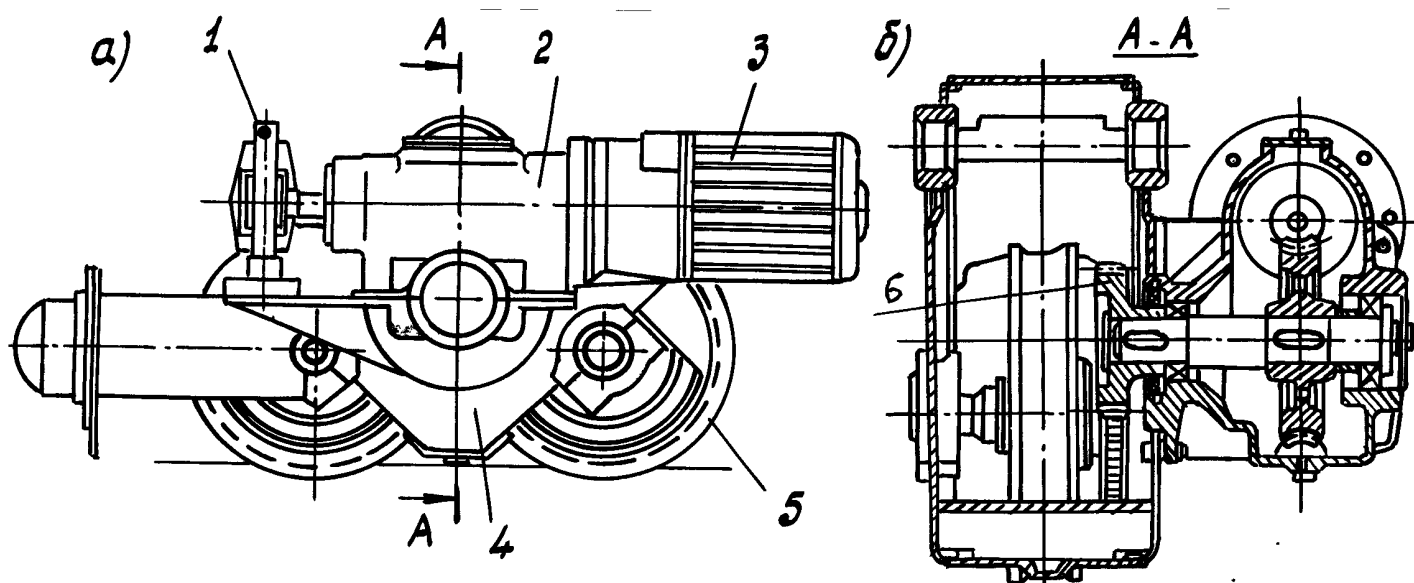


Рис.3.5.Приводная тележка портального крана

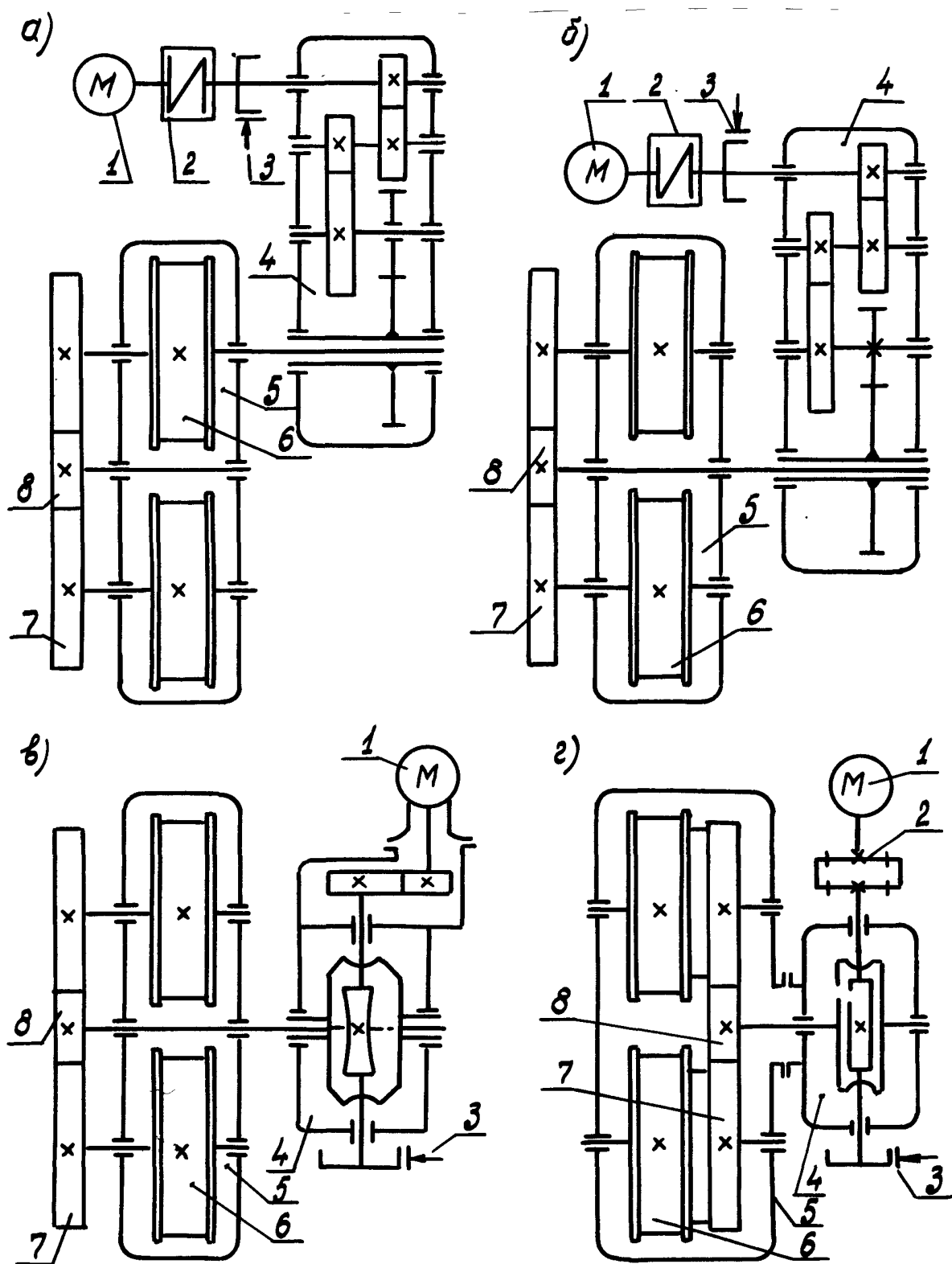


Рис. 3.6. Схемы приводов балансирующих тележек кранов



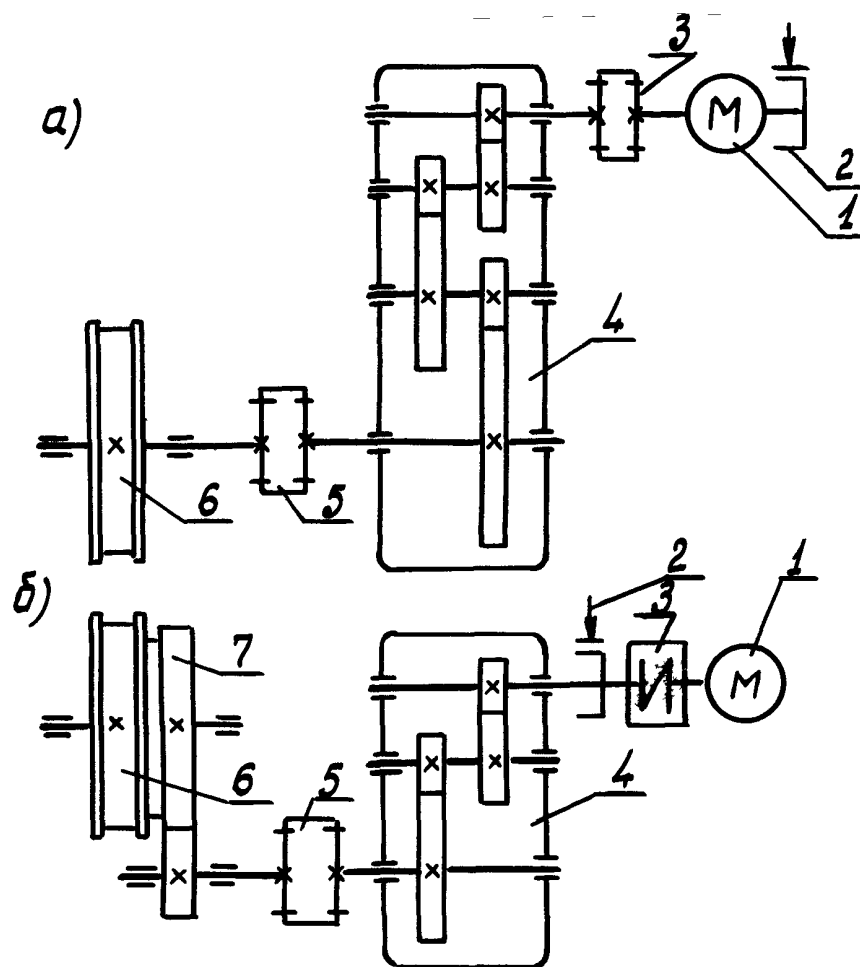


Рис. 3.7. Схемы приводов приводных колес

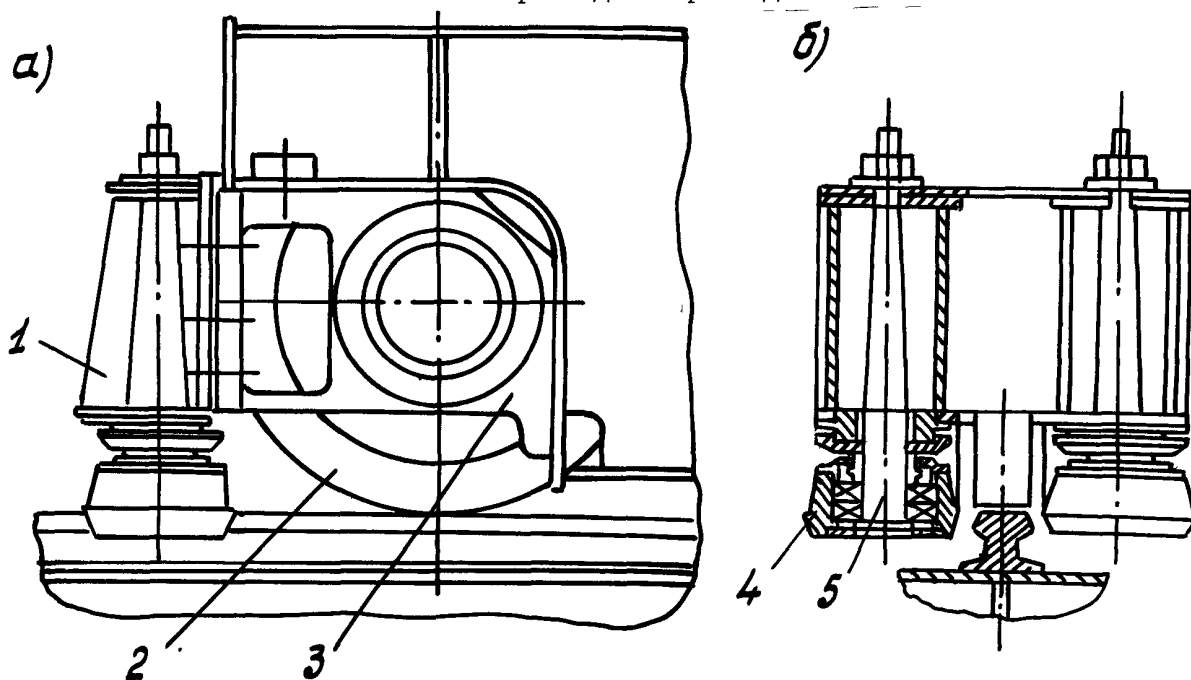
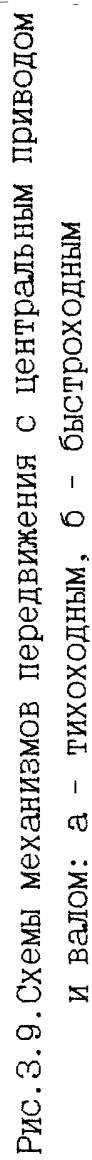


Рис. 3.8. Установка безребордного ходового колеса механизма передвижения мостового крана



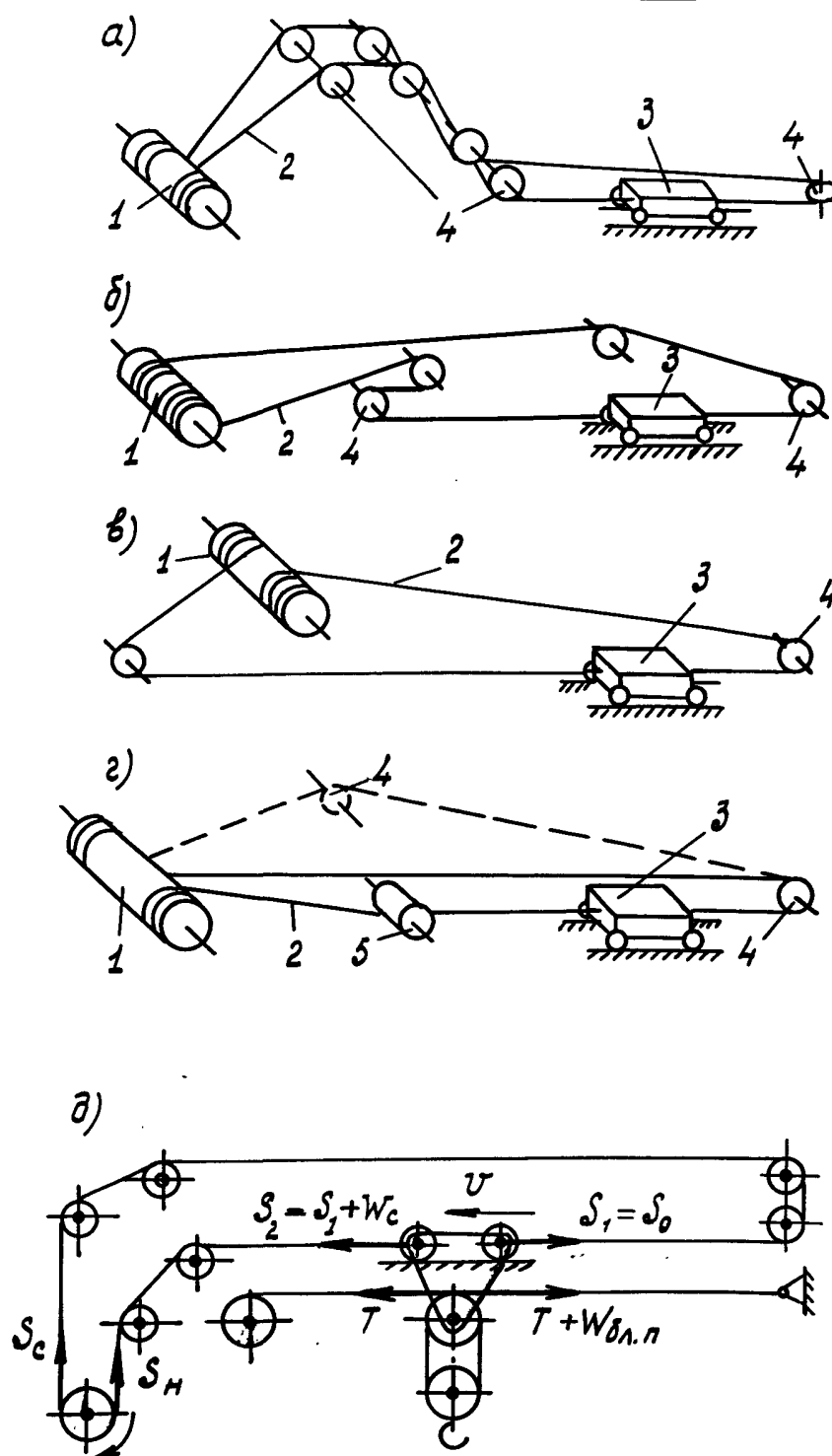


Рис.3.10.Схемы запасовки тягового каната механизмов передвижения (а - г) и расчетная схема (д)

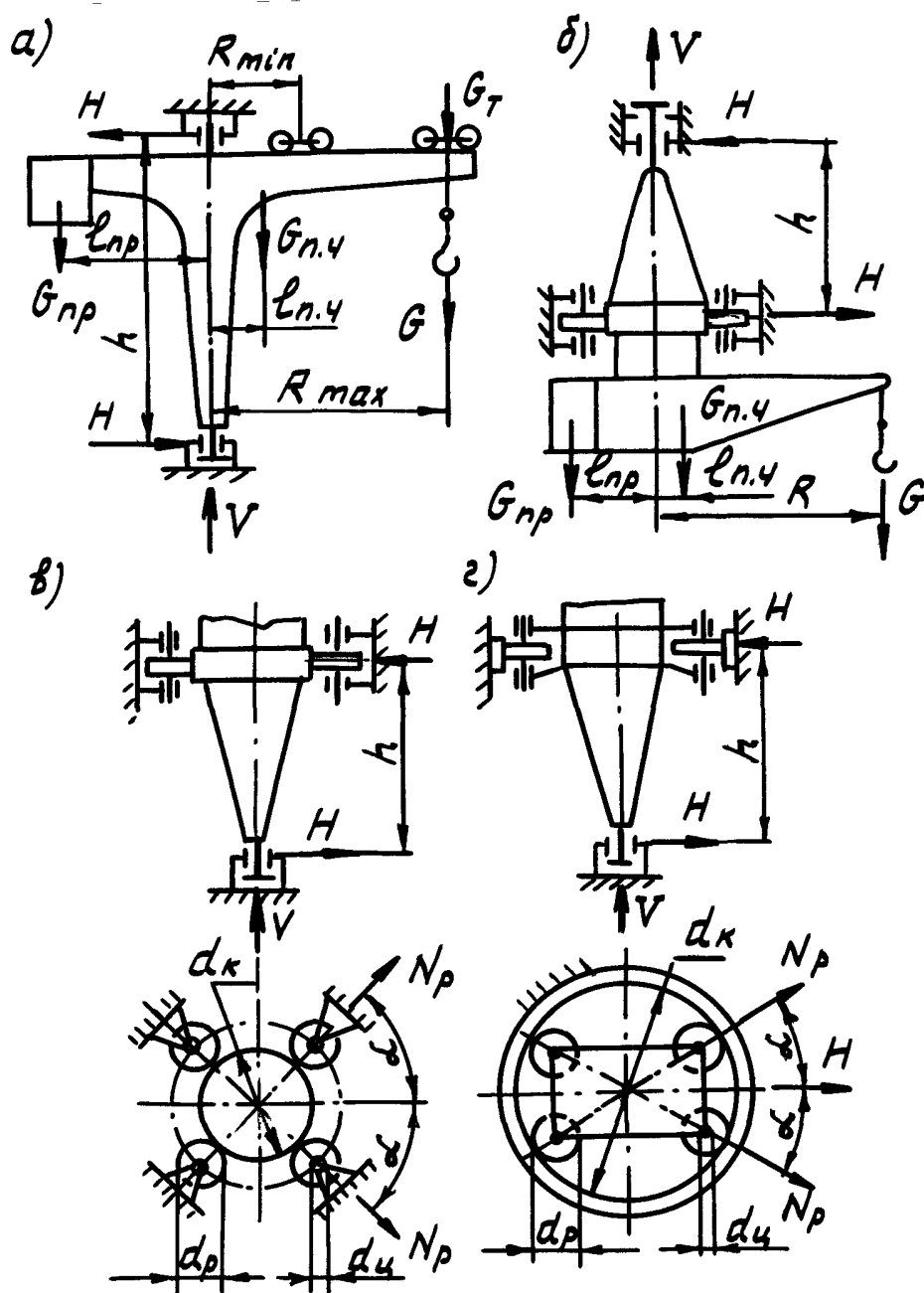


Рис.3.11. Опорно-поворотные устройства кранов с вращающейся колонной: расчетные схемы крана (а), поворотной тележки (б) и опорных устройств со стационарными (в) и подвижными (г) роликами



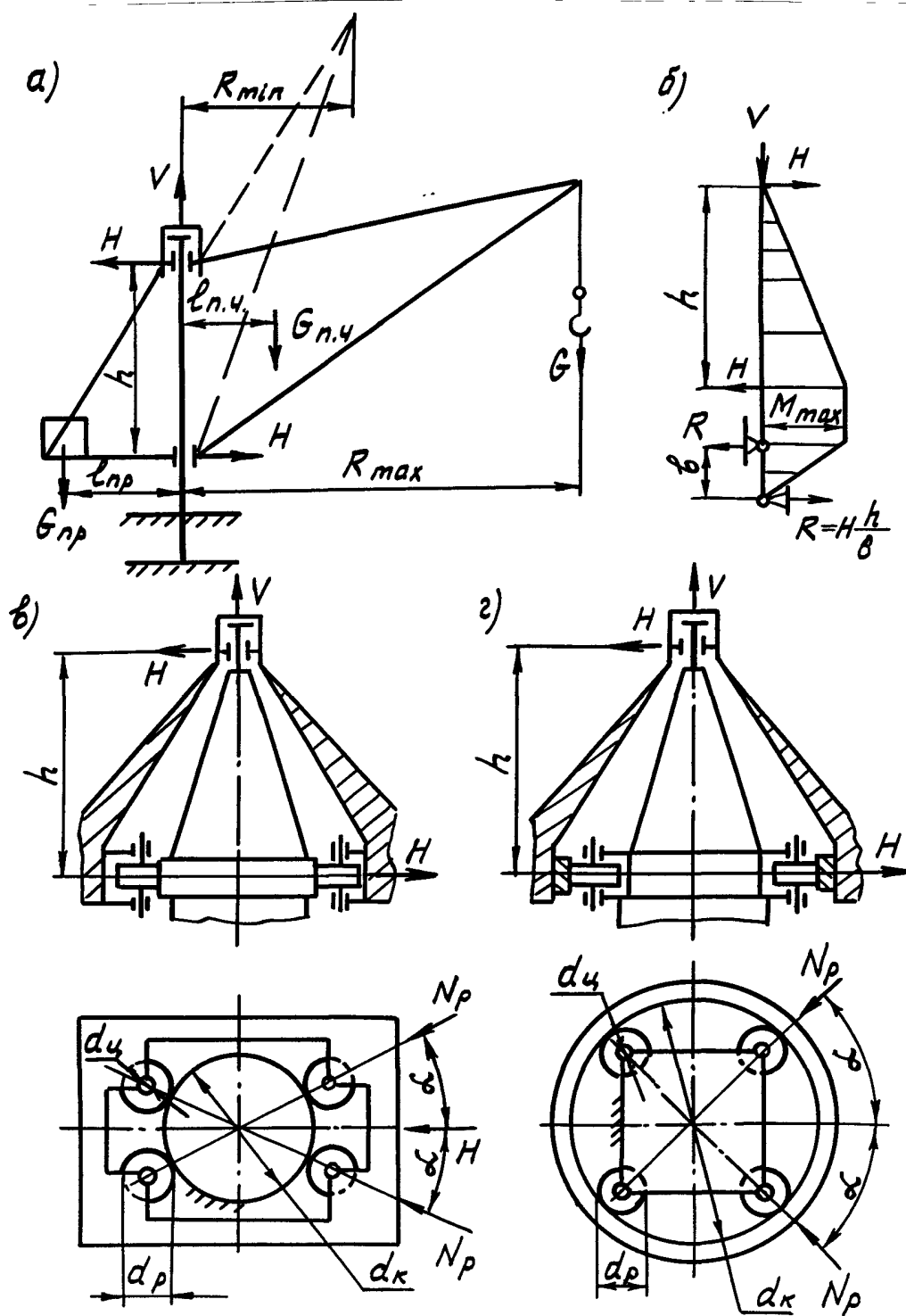


Рис. 3.13. Опорно-поворотные устройства кранов с неподвижной колонной: расчетные схемы крана (а), колонны (б) и опорных устройств с подвижными (в) и стационарными (г) роликами

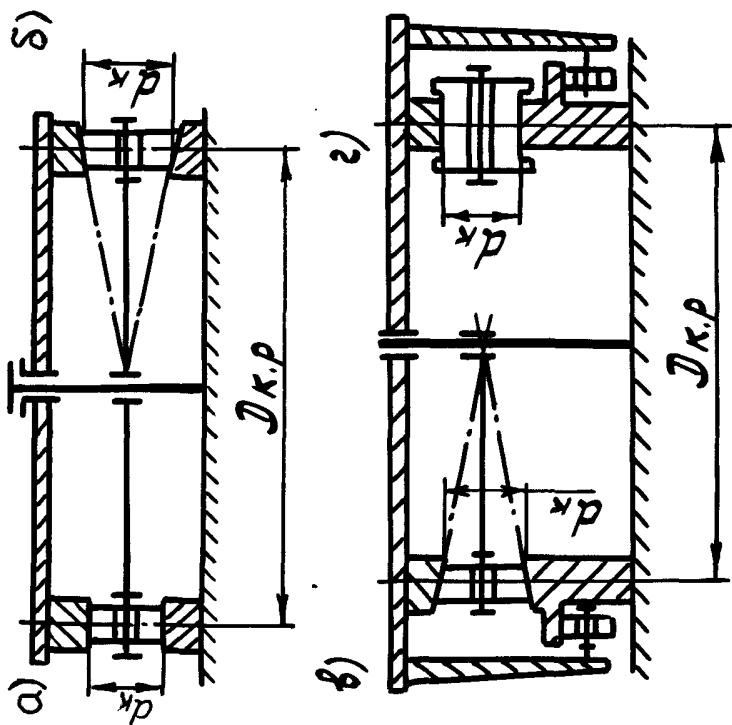


Рис. 3.14. Опорно-поворотные устройства кранов с круговым рельсом или коническим рельсом на цилиндрических (а), конических (б, в) катках и роликах (г)

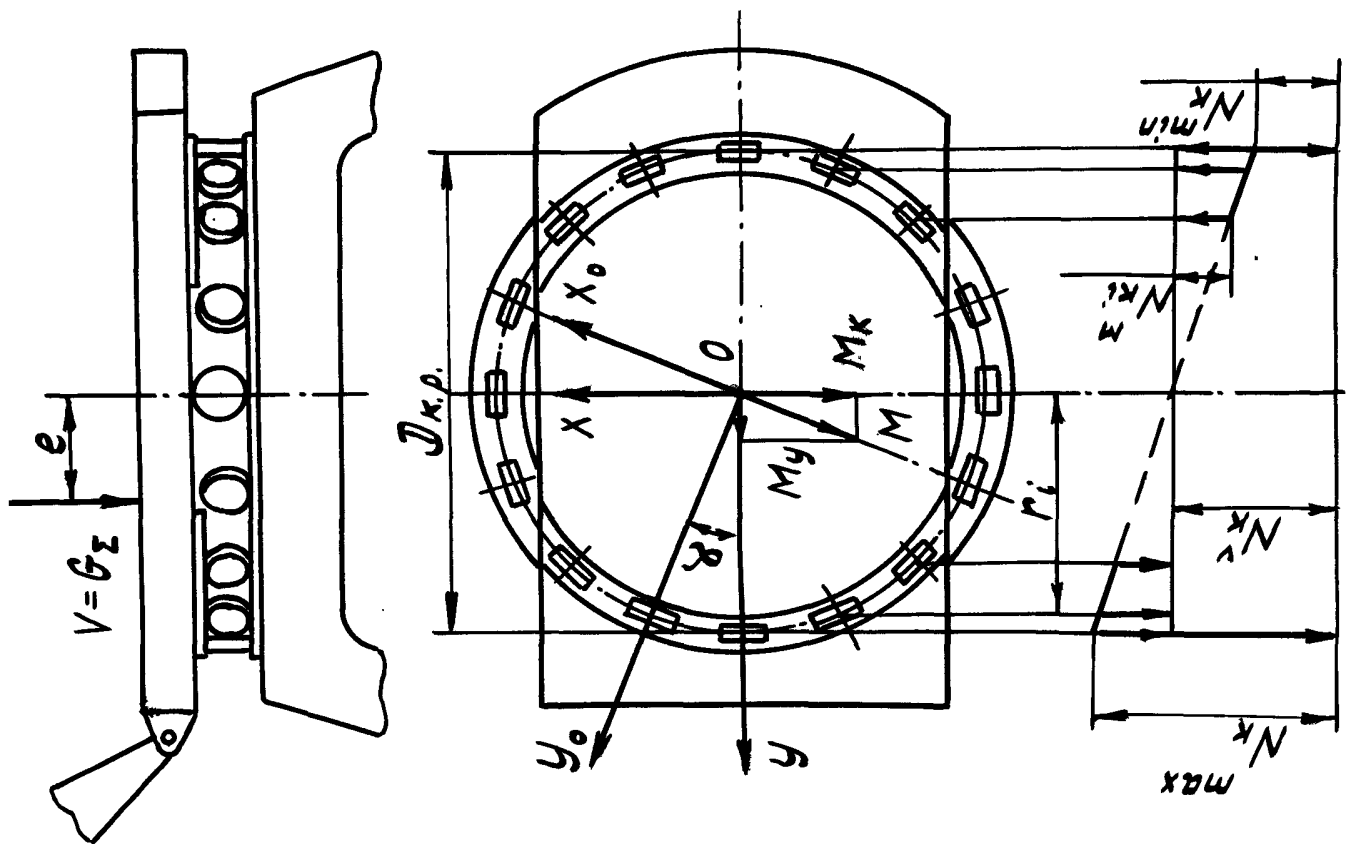


Рис. 3.15. Схема к расчету опорно-поворотного устройства крана с круговым рельсом или коническим рельсом и катками

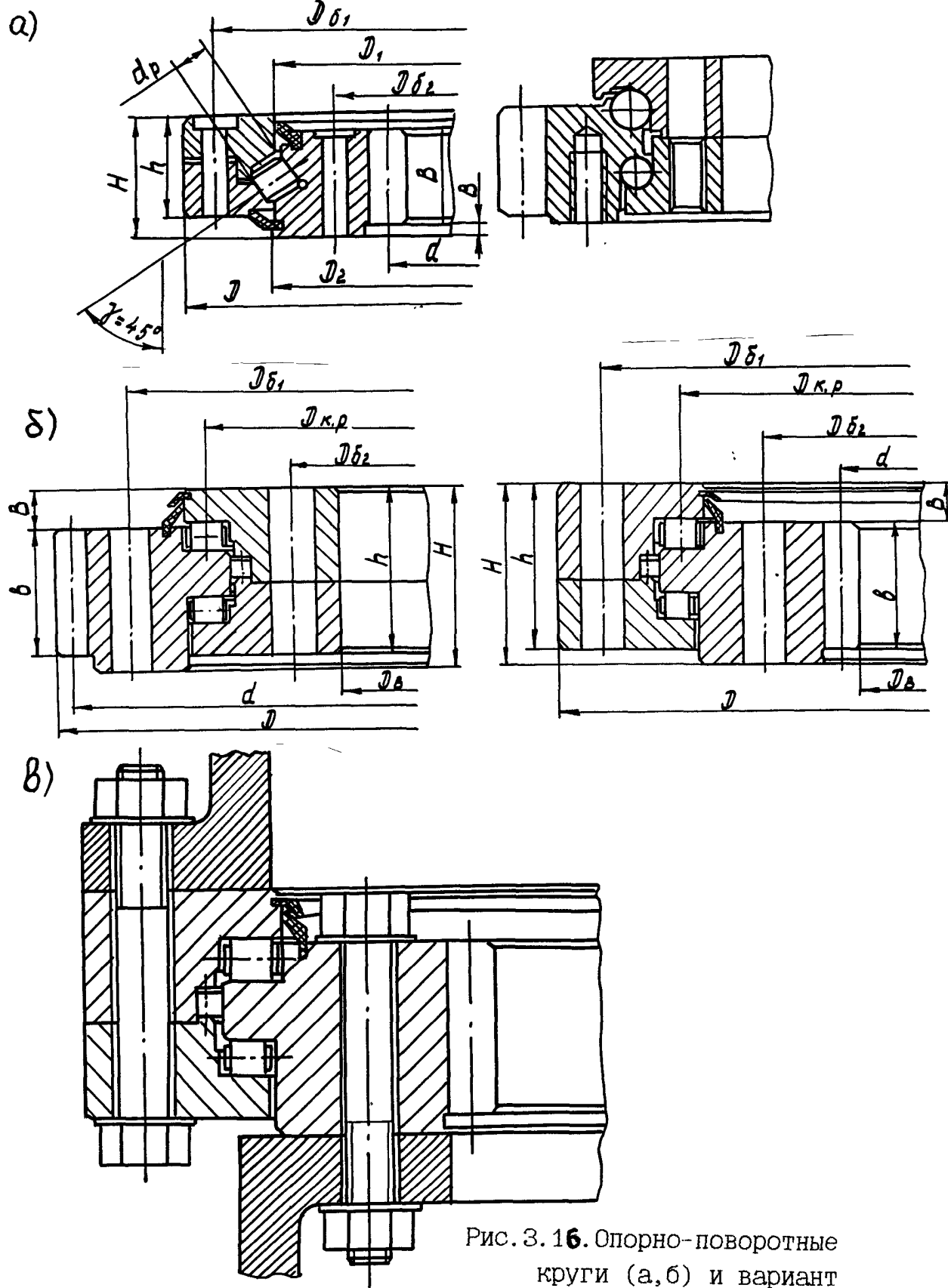


Рис. 3.16. Опорно-поворотные  
 круги (а, б) и вариант  
 установки (в)



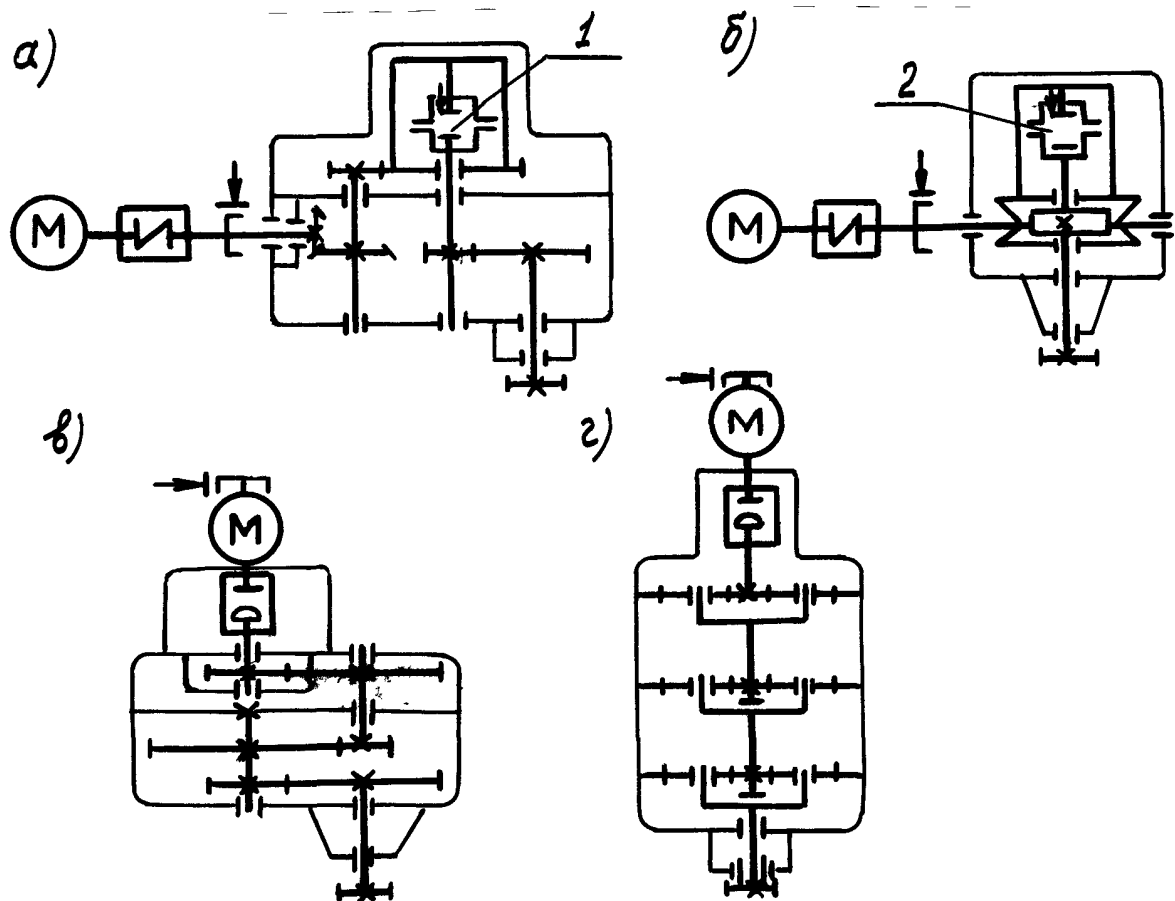


Рис. 3.17. Кинематические схемы механизмов вращения крана с приводом от электродвигателя

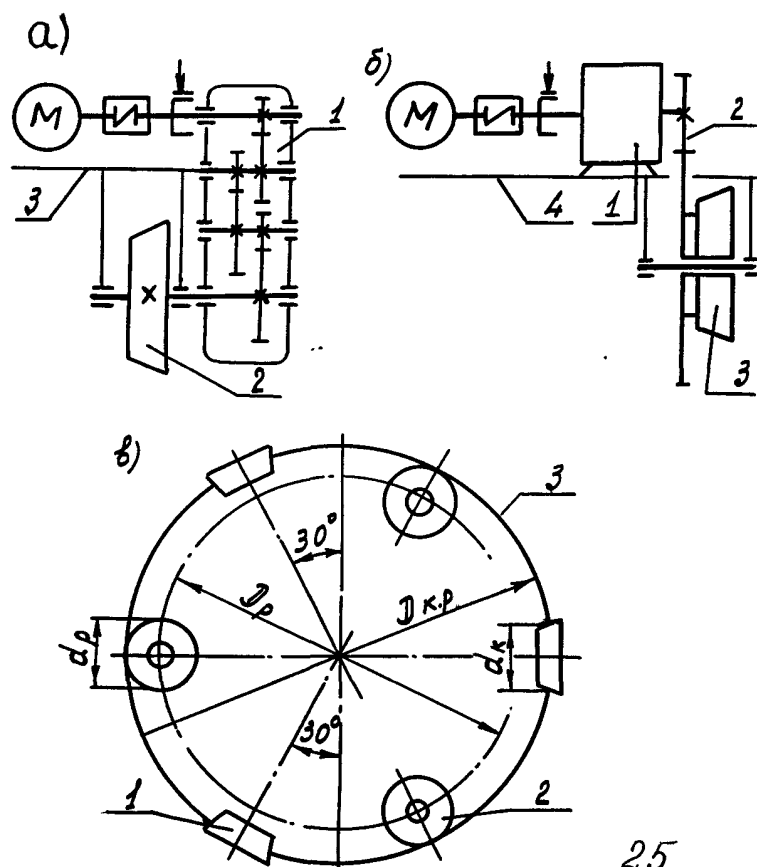


Рис. 3.18. Схемы механизмов вращения тележек с приводными колесами



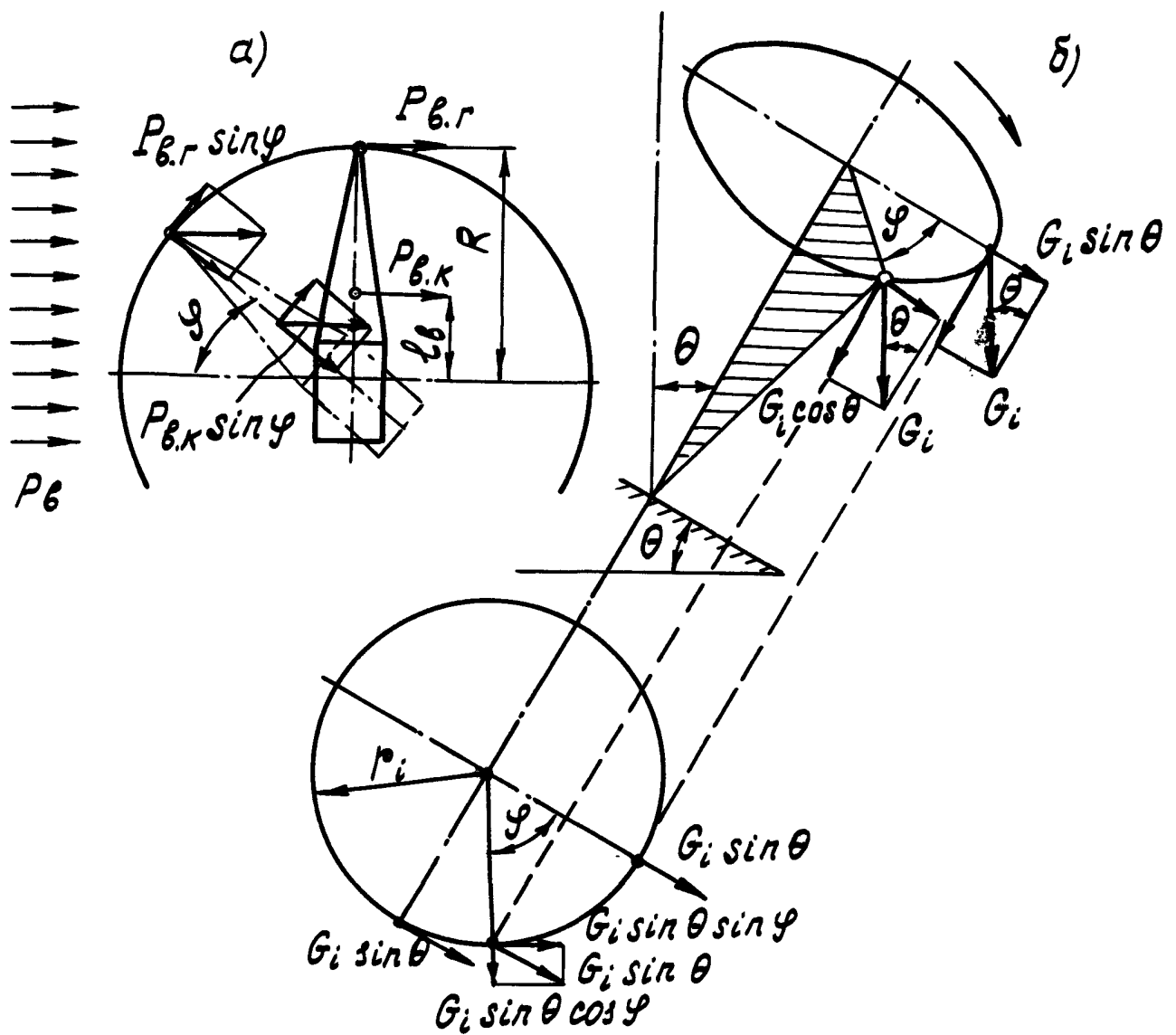


Рис. 3.20. Схемы сил, действующих на поворотную часть крана от ветровой нагрузки (а) и при наклоне крана (б)

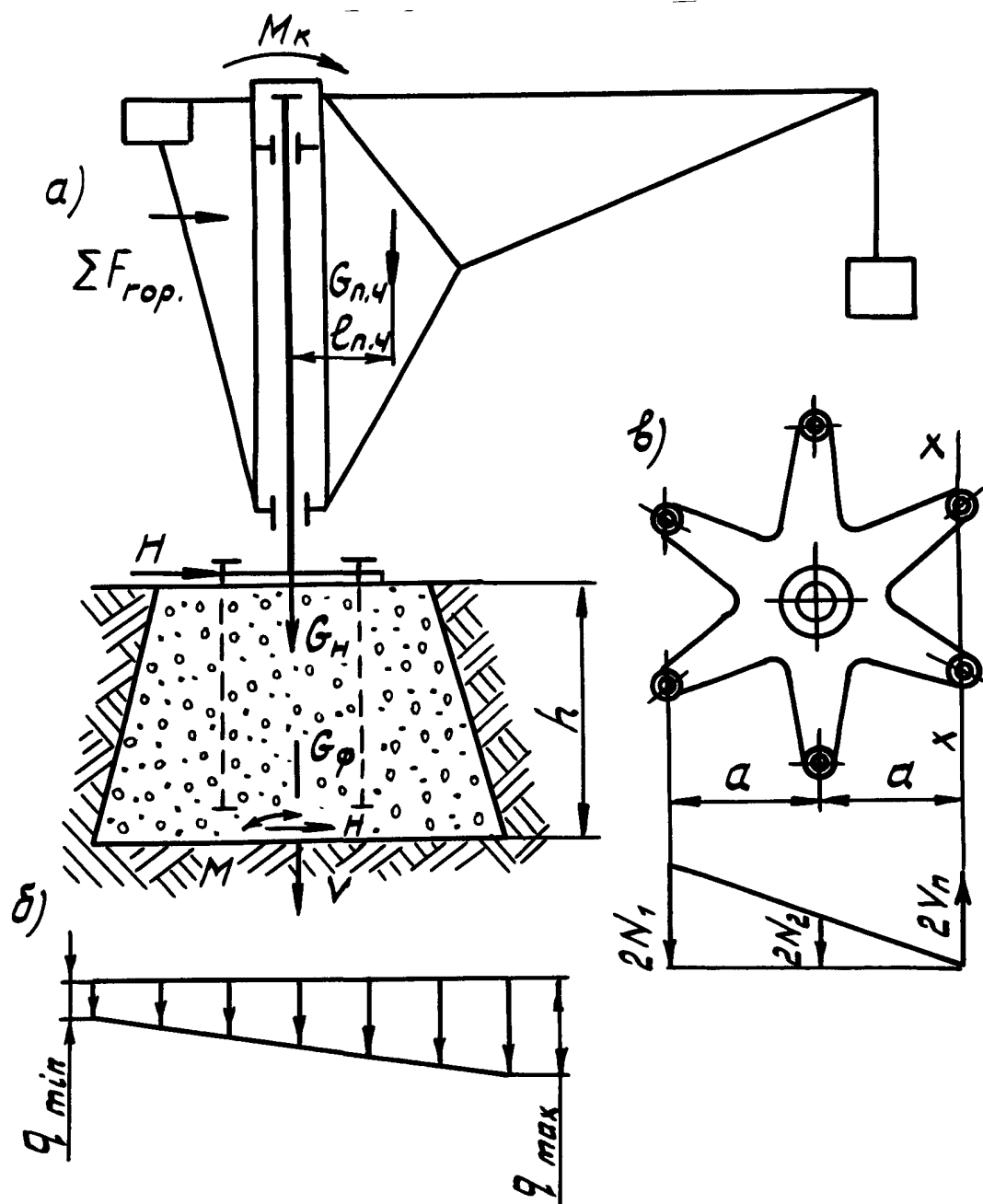


Рис.3.21.Расчетные схемы фундамента (а) с эпюрой давления на грунт (б) и фундаментной плиты (в)

## 4. Специальные стреловые краны

### 4.1. Стреловые самоходные краны

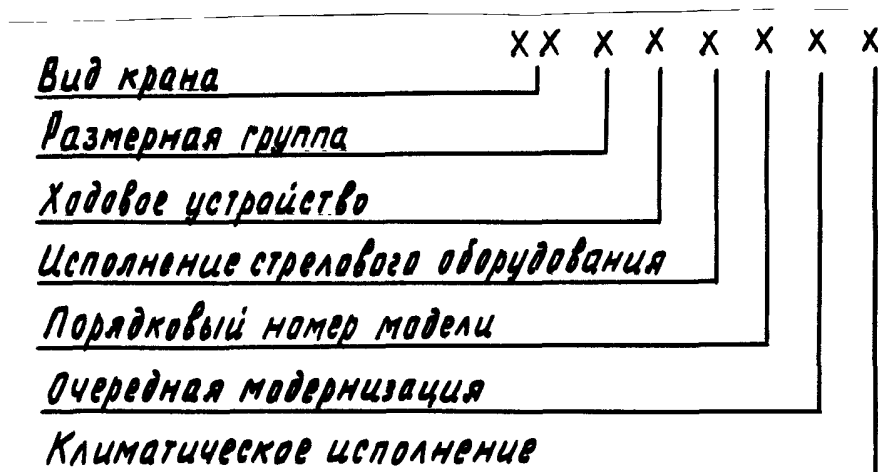


Рис. 4.1.1. Схема условных обозначений стреловых самоходных кранов общего назначения по ГОСТ 22827-85

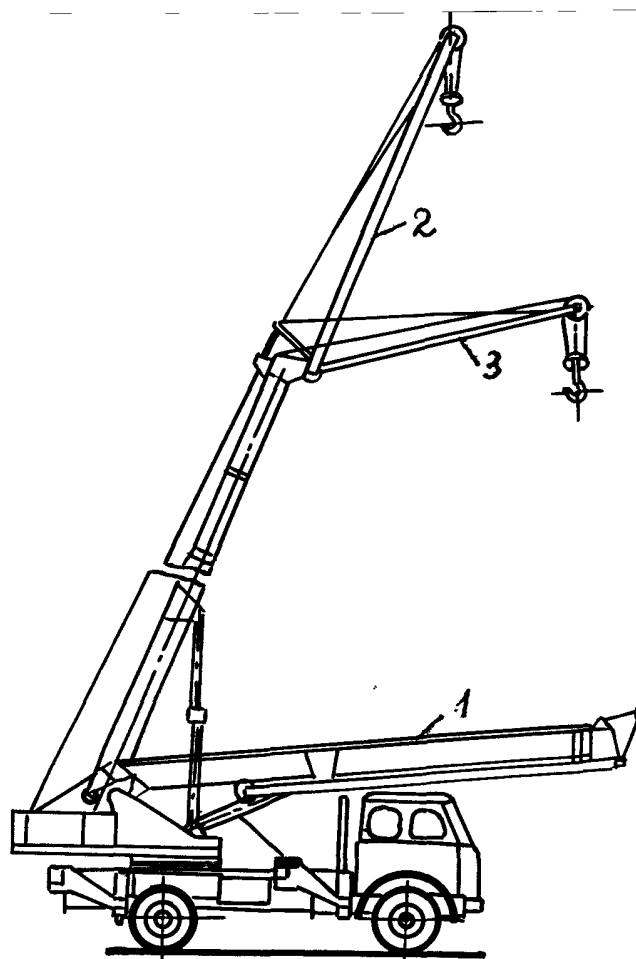


Рис. 4.1.2. Автомобильный кран КС-3571 с телескопической стрелой и гуськом

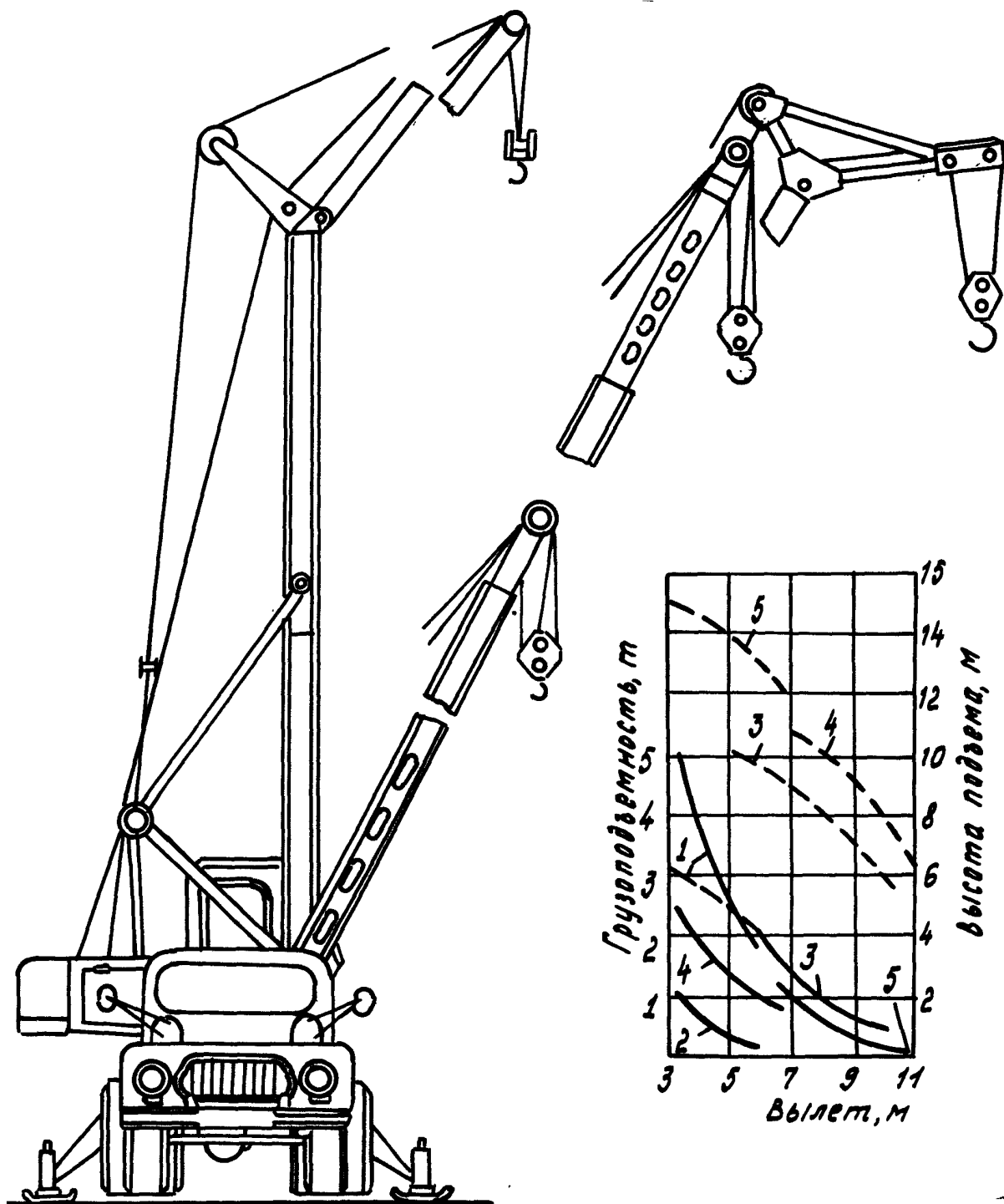


Рис. 4.1.3. Автомобильный кран КС-1562А с основным и дополнительным стреловым оборудованием и его грузовые (----) и высотные (---) характеристики

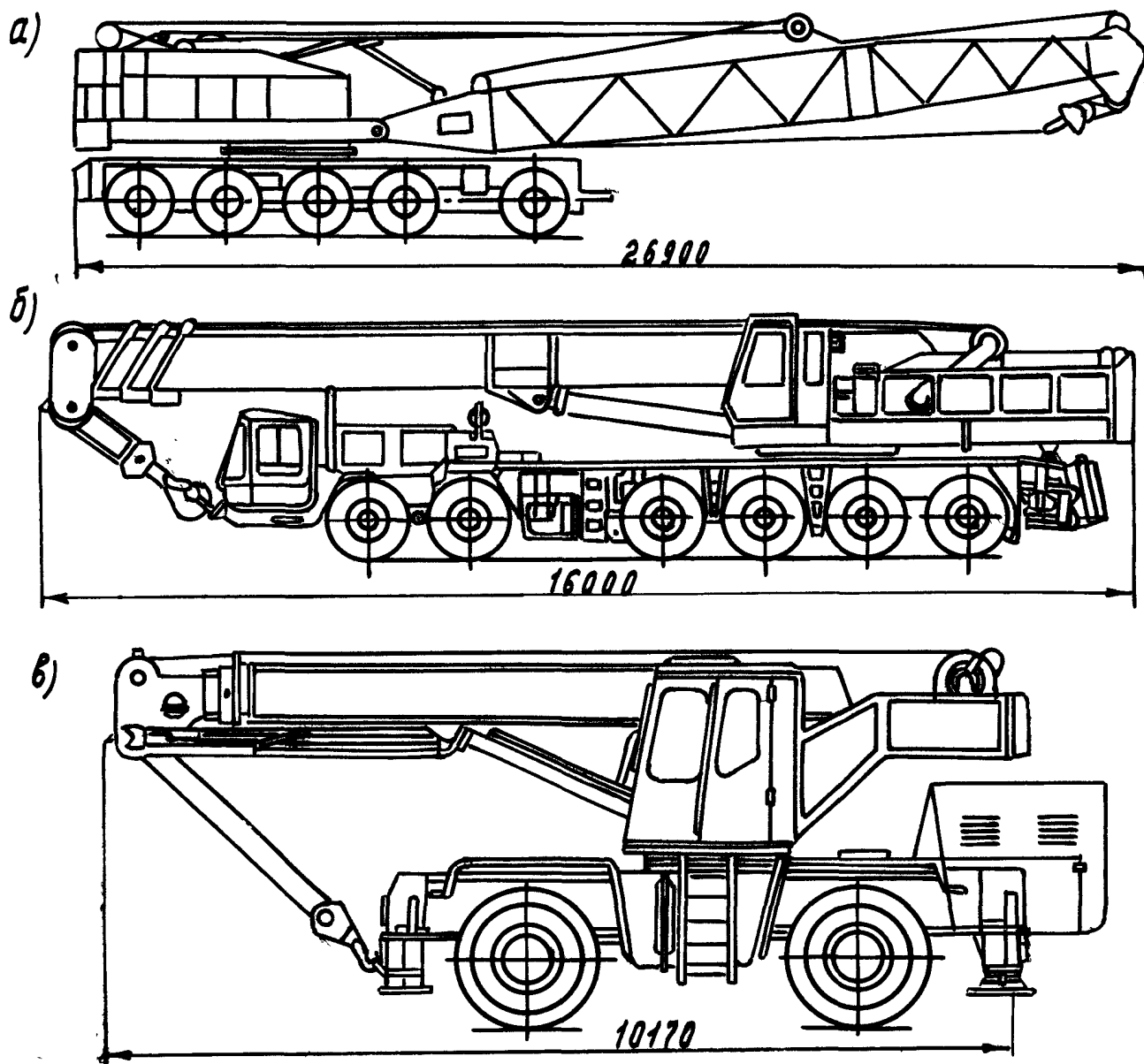


Рис.4.1.4.Пневмоколесные краны КС-8362 (а),  
 на специальном шасси автомобильного типа  
 КС-7471 (б), на короткобазовом шасси КС-4372 (в)

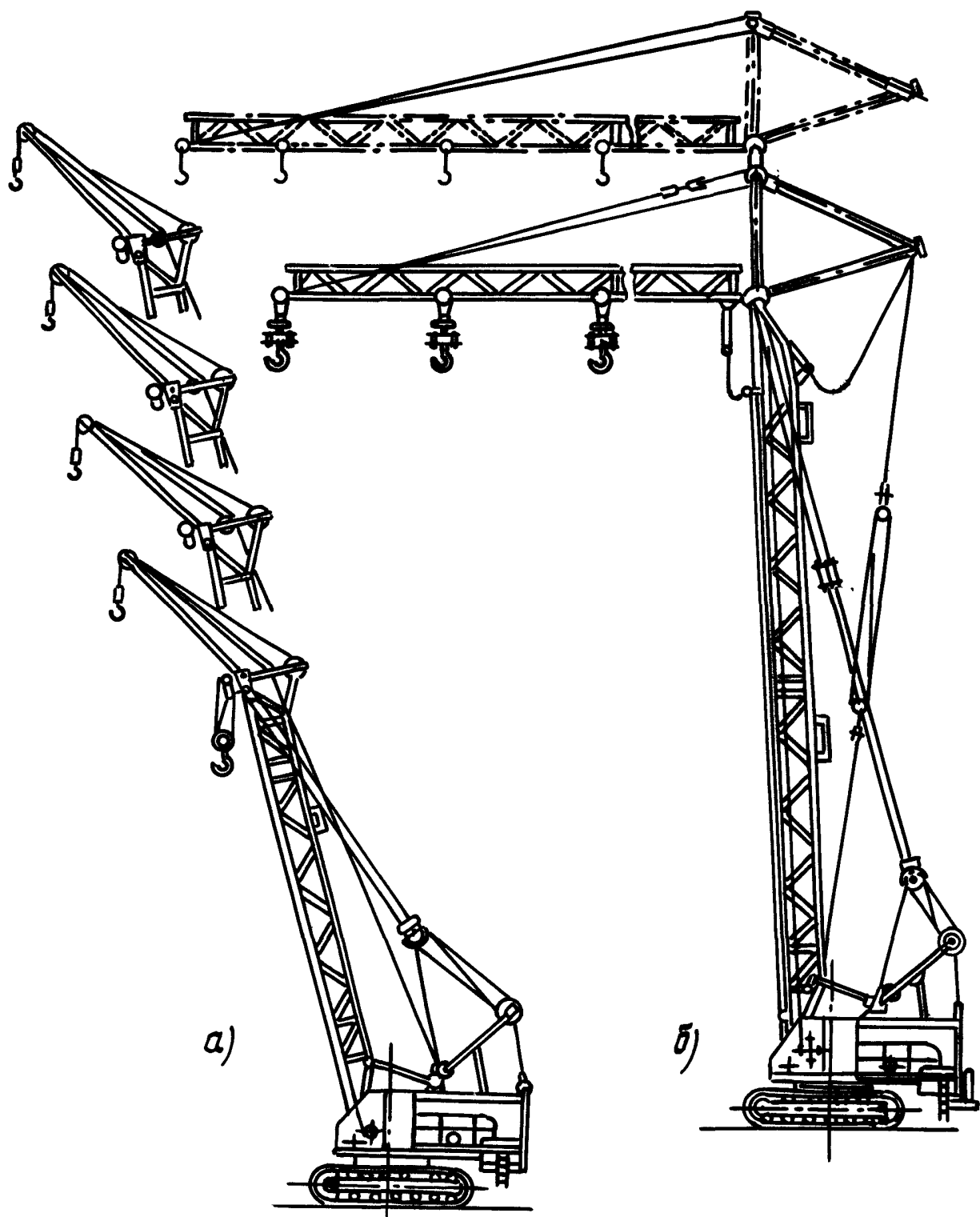


Рис.4.1.5.Гусеничный кран СКГ-40/63 со стреловым (а) и башенно-стреловым (б) оборудованием



#### 4.2. Башенные краны

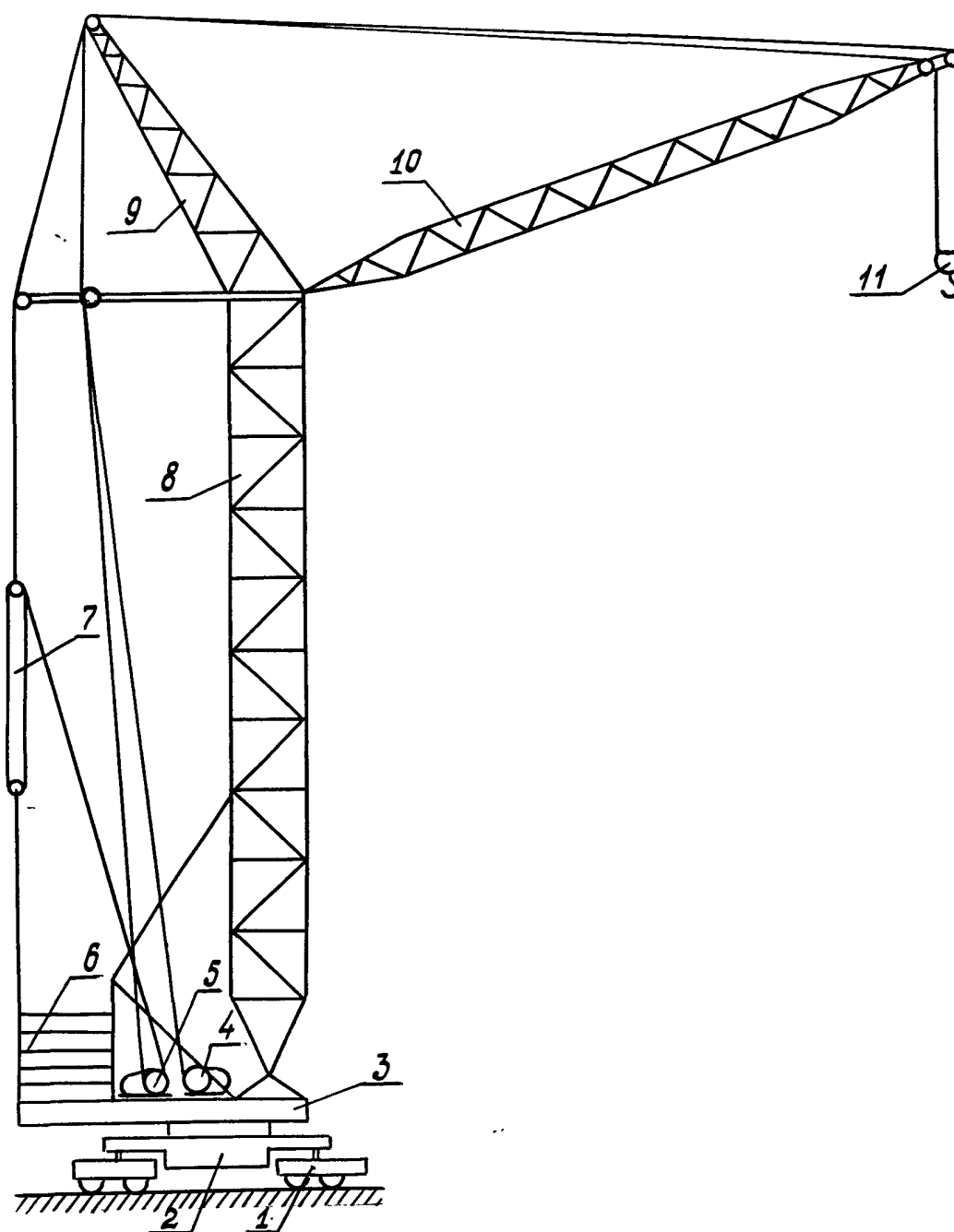


Рис. 4.2.1. Кран с поворотной башней и подъемной стрелой

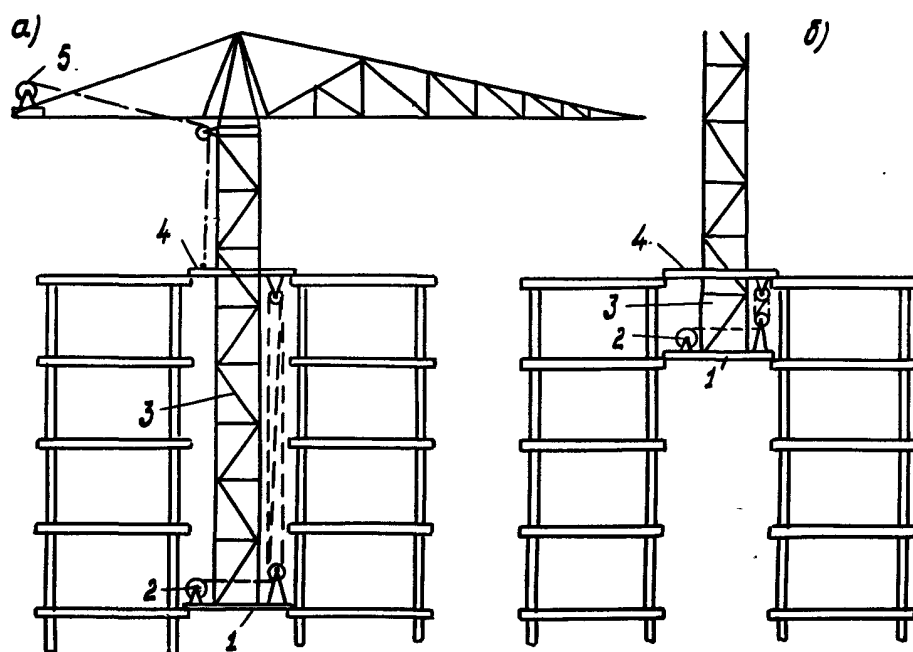


Рис.4.2.2.Схема самоподъемного крана: а -перед и б -после самоподъема

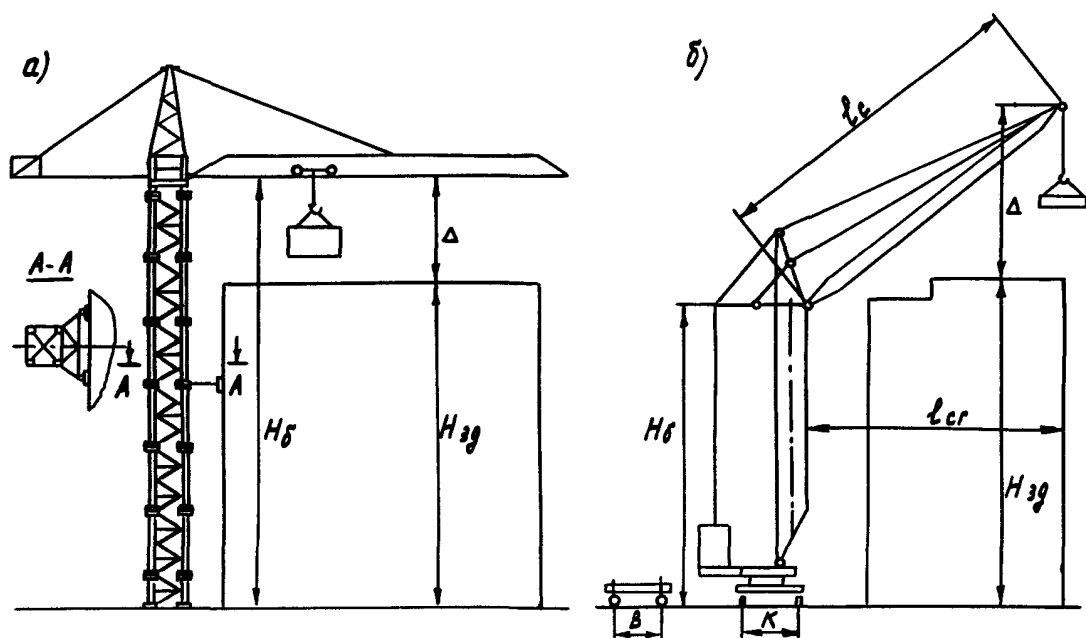


Рис.4.2.3.Схемы установки строительных кранов: а - приставного; б - передвижного

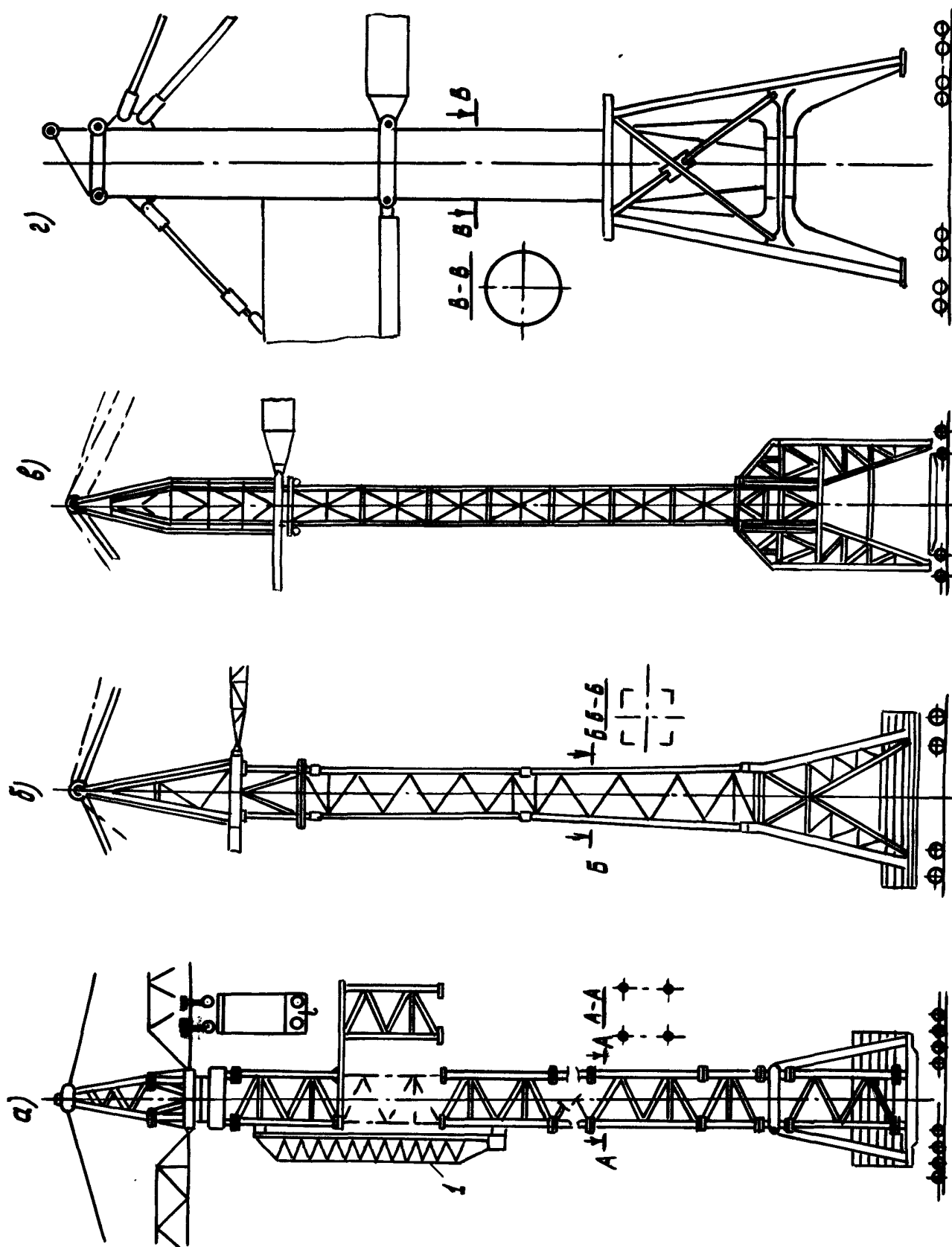


Рис. 4.2. 4. Типы передвижных башенных кранов с неповоротной башней: а - наращиваемый сверху и с трубчатой решетчатой башней; б - с решетчатой башней; в - с телескопической решетчатой башней; г - с трубчатой башней на портале

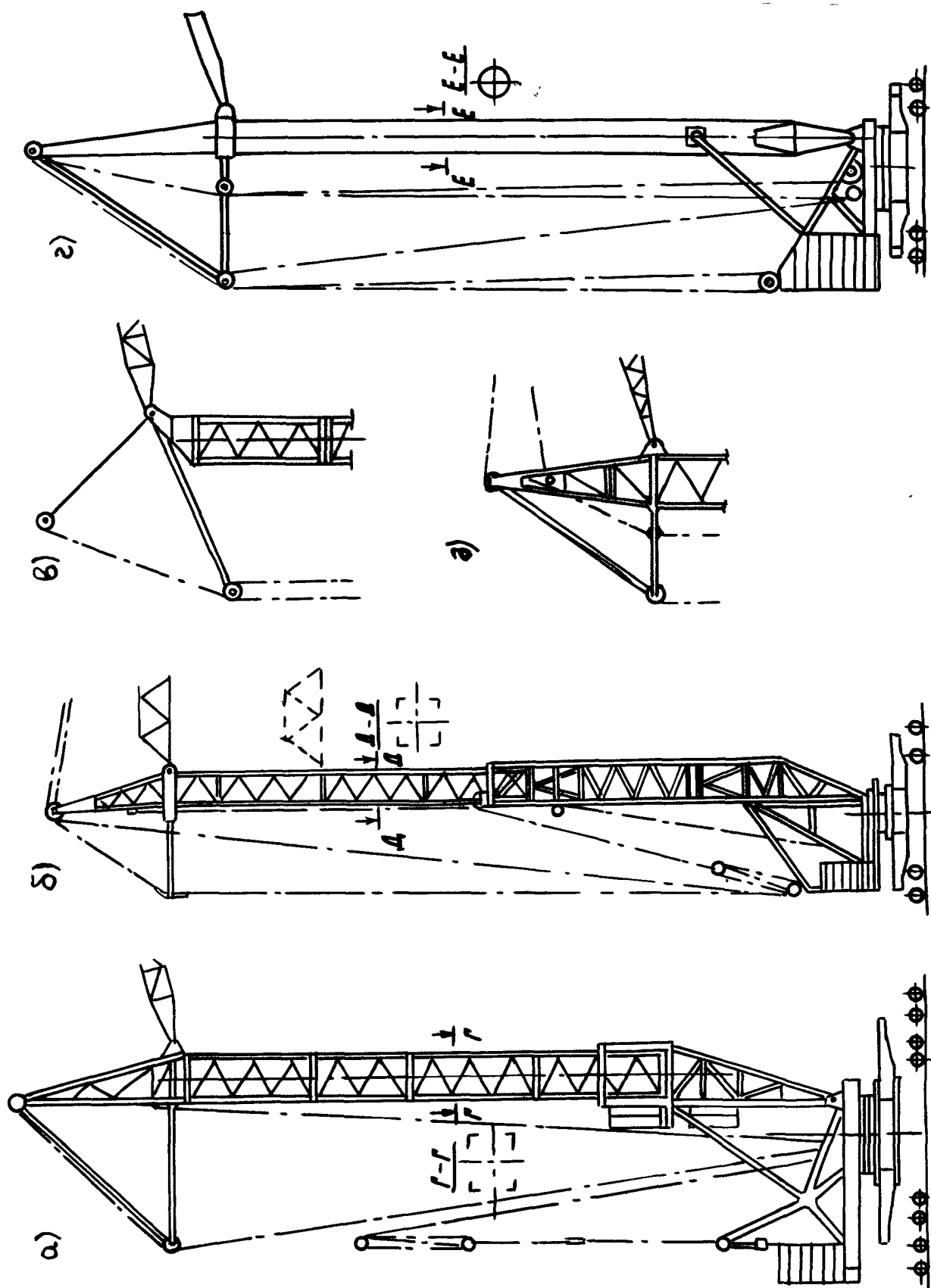


Рис. 4.2.5. Типы передвижных башенных кранов с поворотной башней: а - наращиваемый снизу; б - с телескопической башней, управляемой специальным полиспастом; в, д - варианты оголовка башни; г - с трубчатой башней и подъемной стрелой

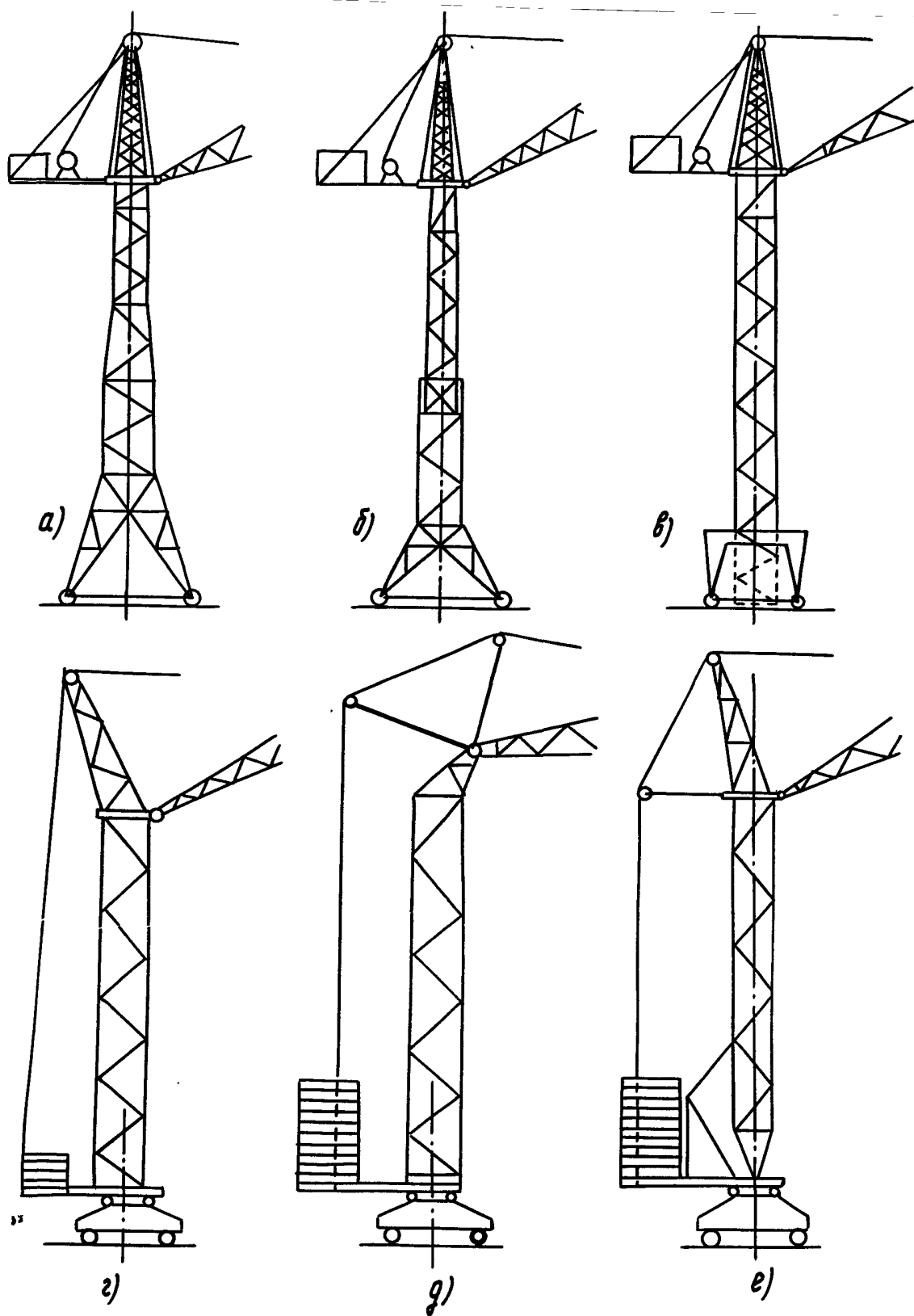


Рис.4.2.6. Типы передвижных кранов с подъемной стрелой и вариантами различных конструкций оголовков неповоротных (а,б,в) и поворотных (г,д,е) башен

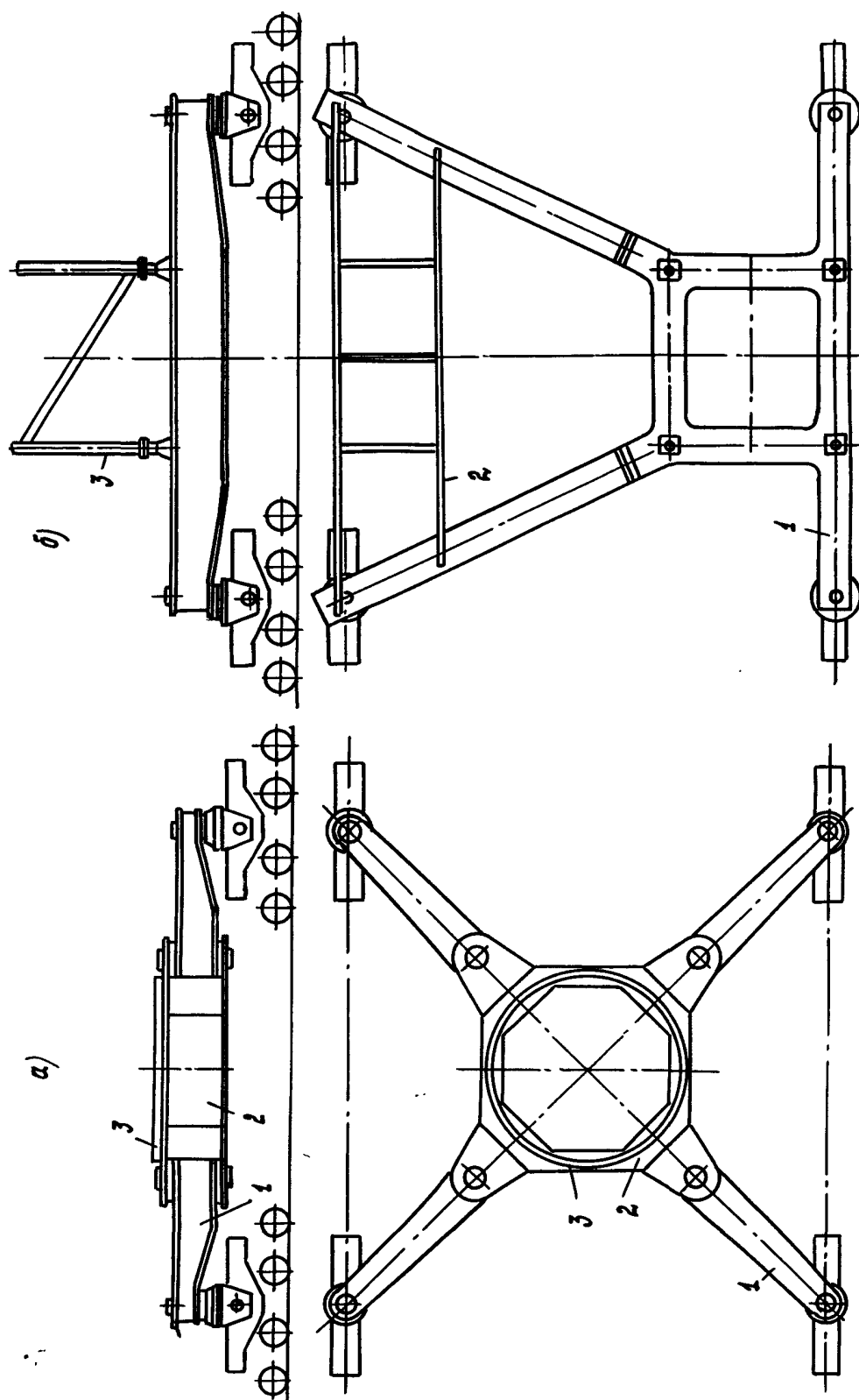


Рис. 4.2.7. Конструктивные исполнения ходовых частей передвижных кранов:  
 а - ходовая рама с поворотными балками-флюгерами; б - асимметричная  
 ходовая рама с неповоротной башней

#### 4.3. Судовые и плавучие краны

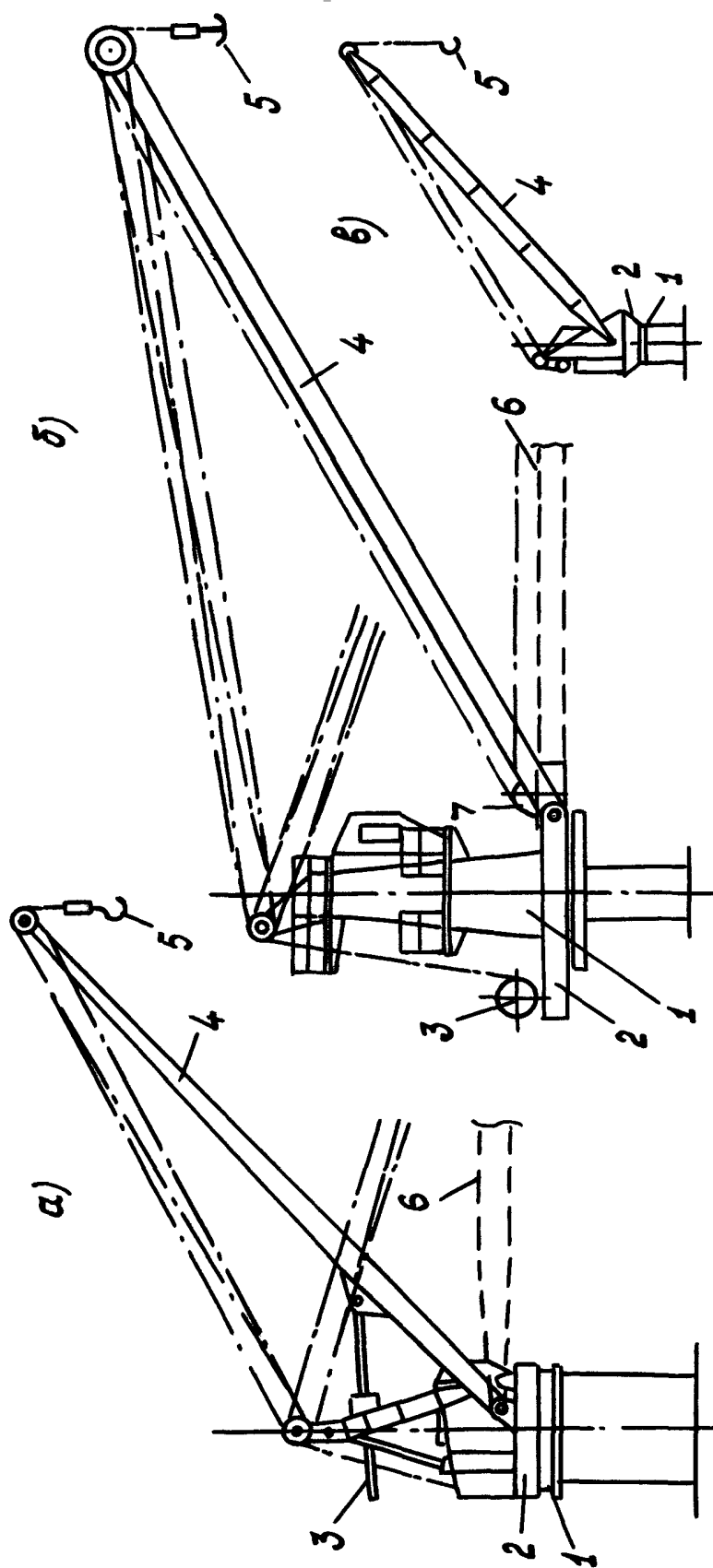


Рис.4.3.1. Типы судовых кранов: а - электрический на опорно-поворотном круге с реечным механизмом изменения вылета; б - электрический на козловом с полиспастным механизмом изменения вылета; в - электро-гидравлический на опорно-поворотном круге

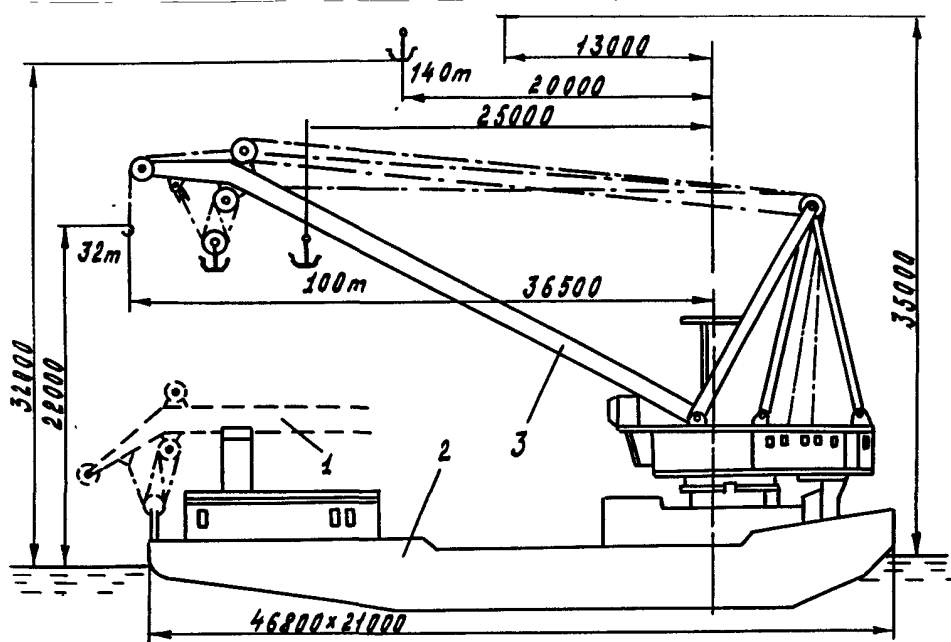


Рис. 4.3.2. Плавучий кран "Севастополь" грузоподъемностью 140 тонн

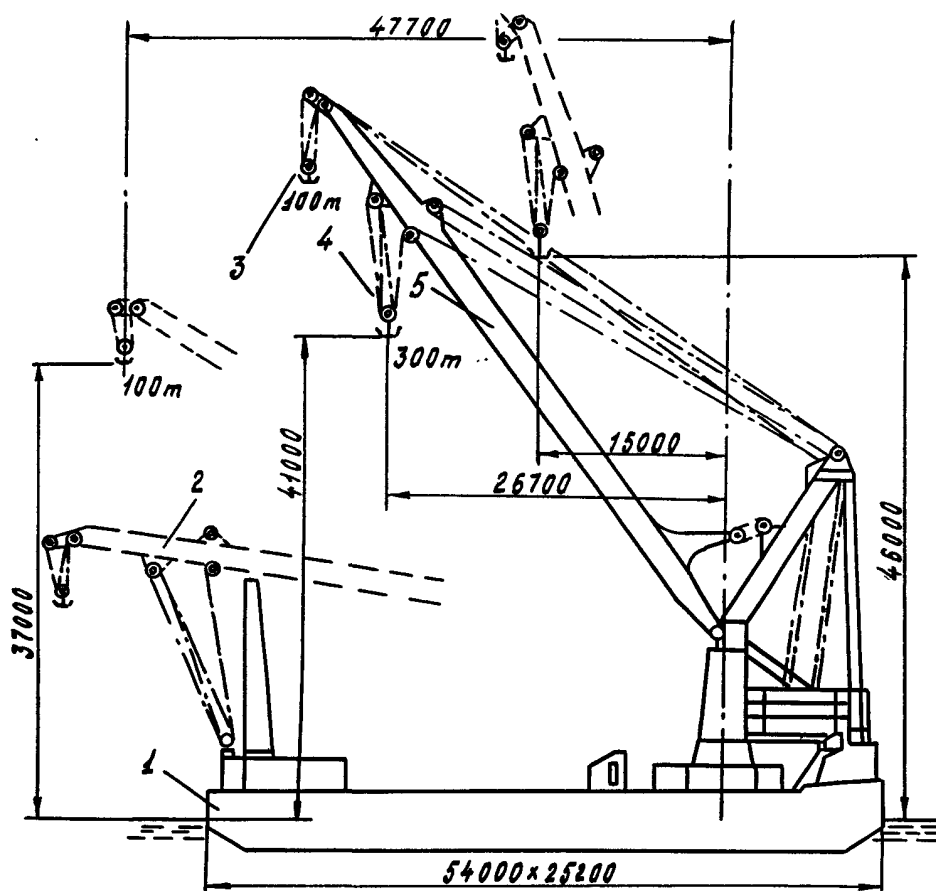


Рис. 4.3.3. Плавучий кран "Богатырь" грузоподъемностью 300 тонн





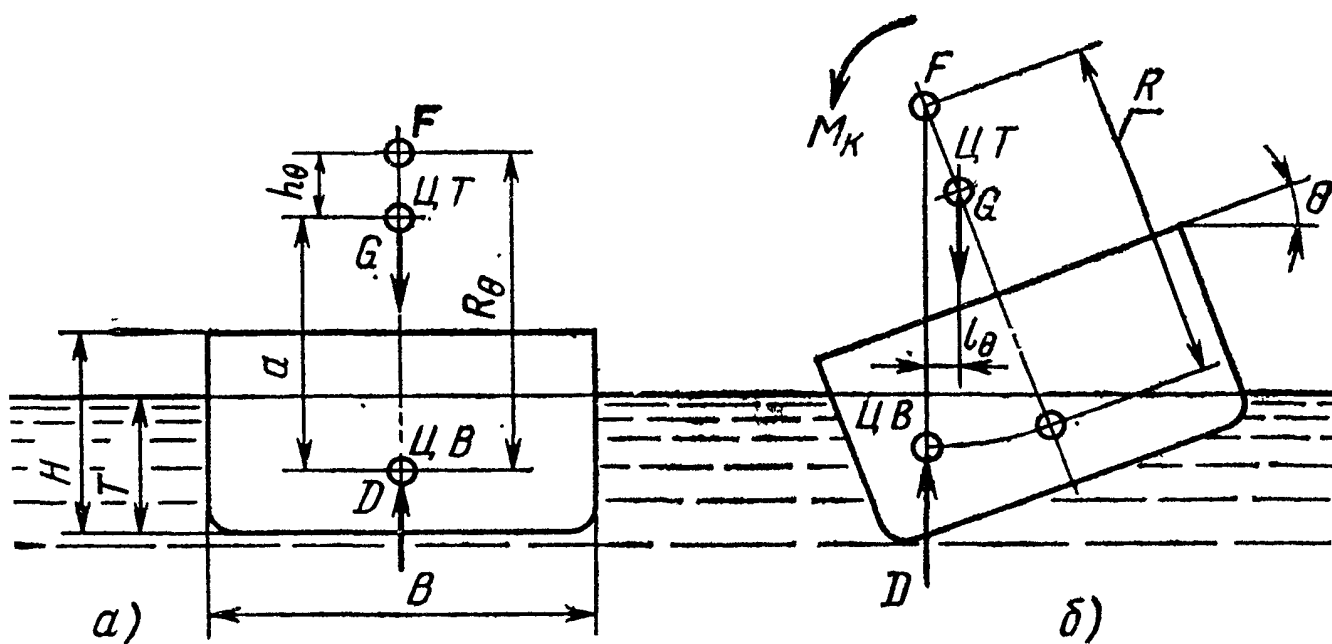


Рис.4.3.6.Схема положения понтона до и после приложения кренящего момента

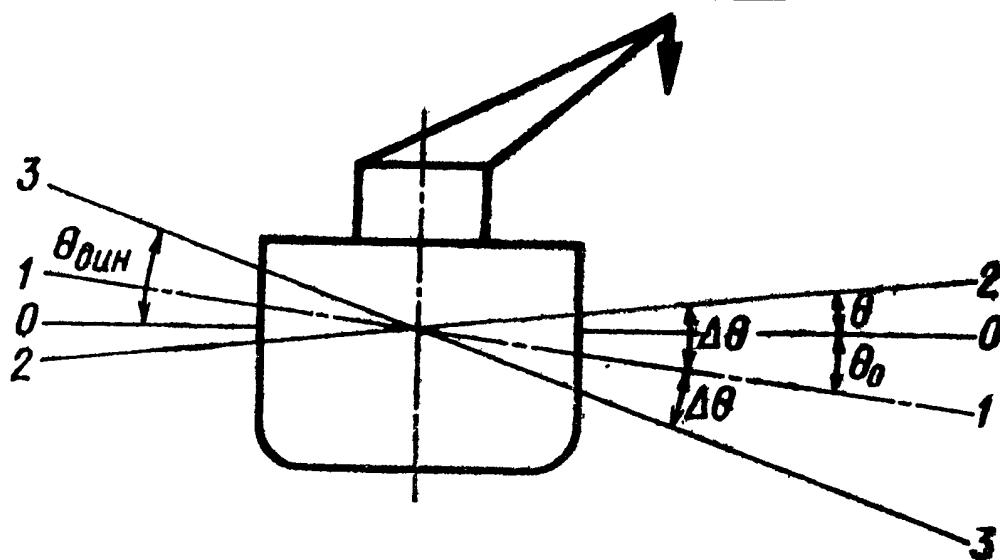


Рис.4.3.7.Схема понтона к определению динамического крена

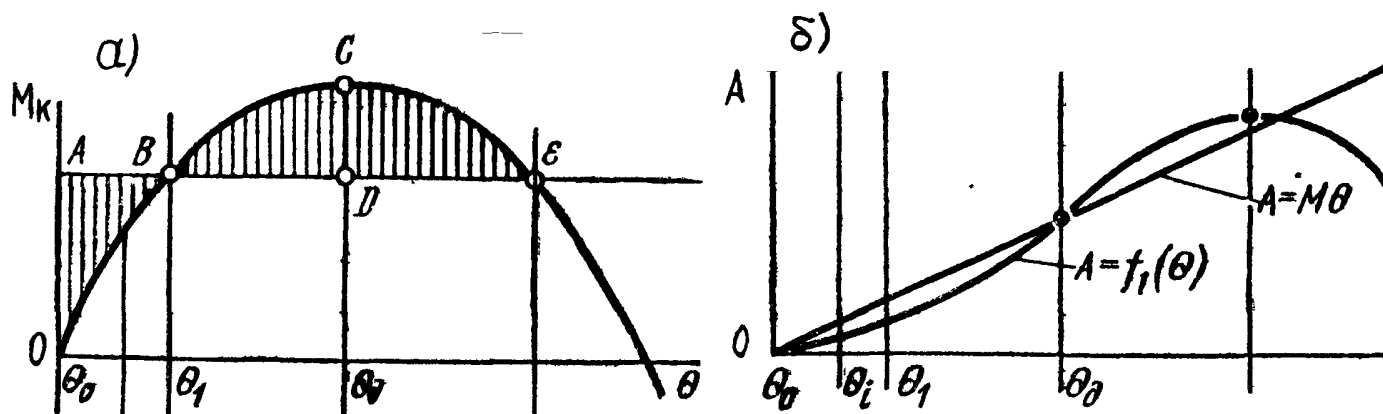


Рис.4.3.8. Диаграмма Риды (а) и диаграмма, изображающая работу кренящего и восстанавливающего моментов (б)

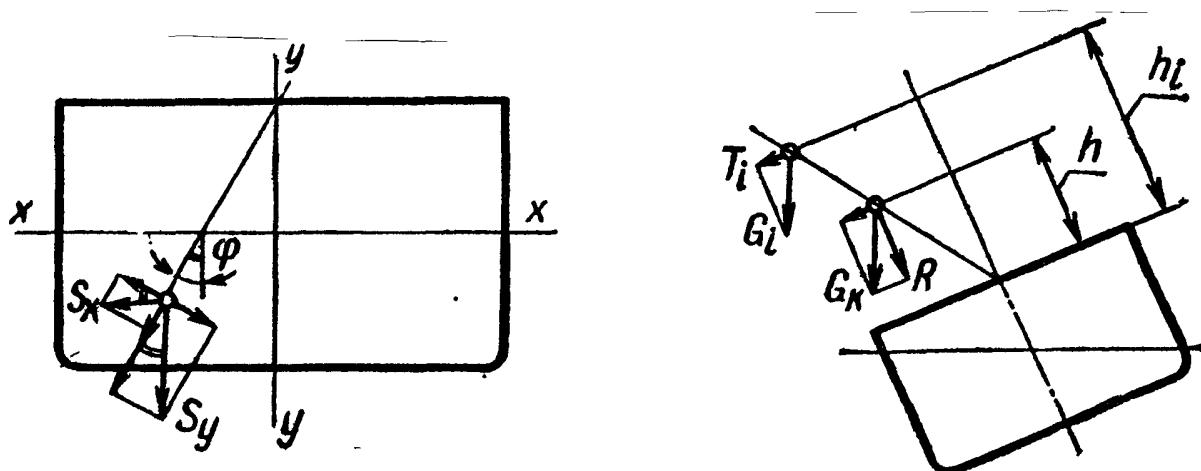


Рис.4.3.9. Схема к определению дополнительных нагрузок на механизм вращения от крена и дифферента

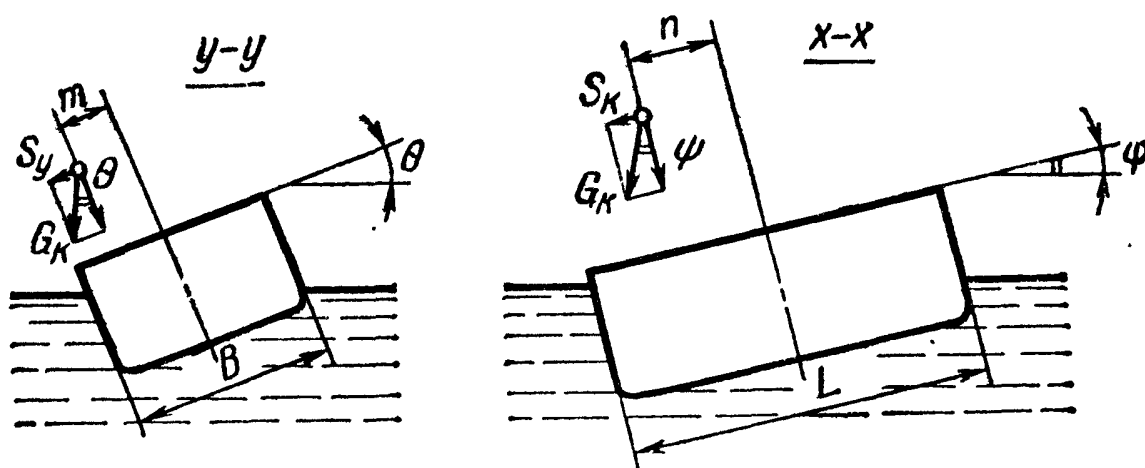


Рис.4.3.10. Схема к определению дополнительных нагрузок на механизм изменения вылета от крена и дифферента

#### 4.4. Порталы

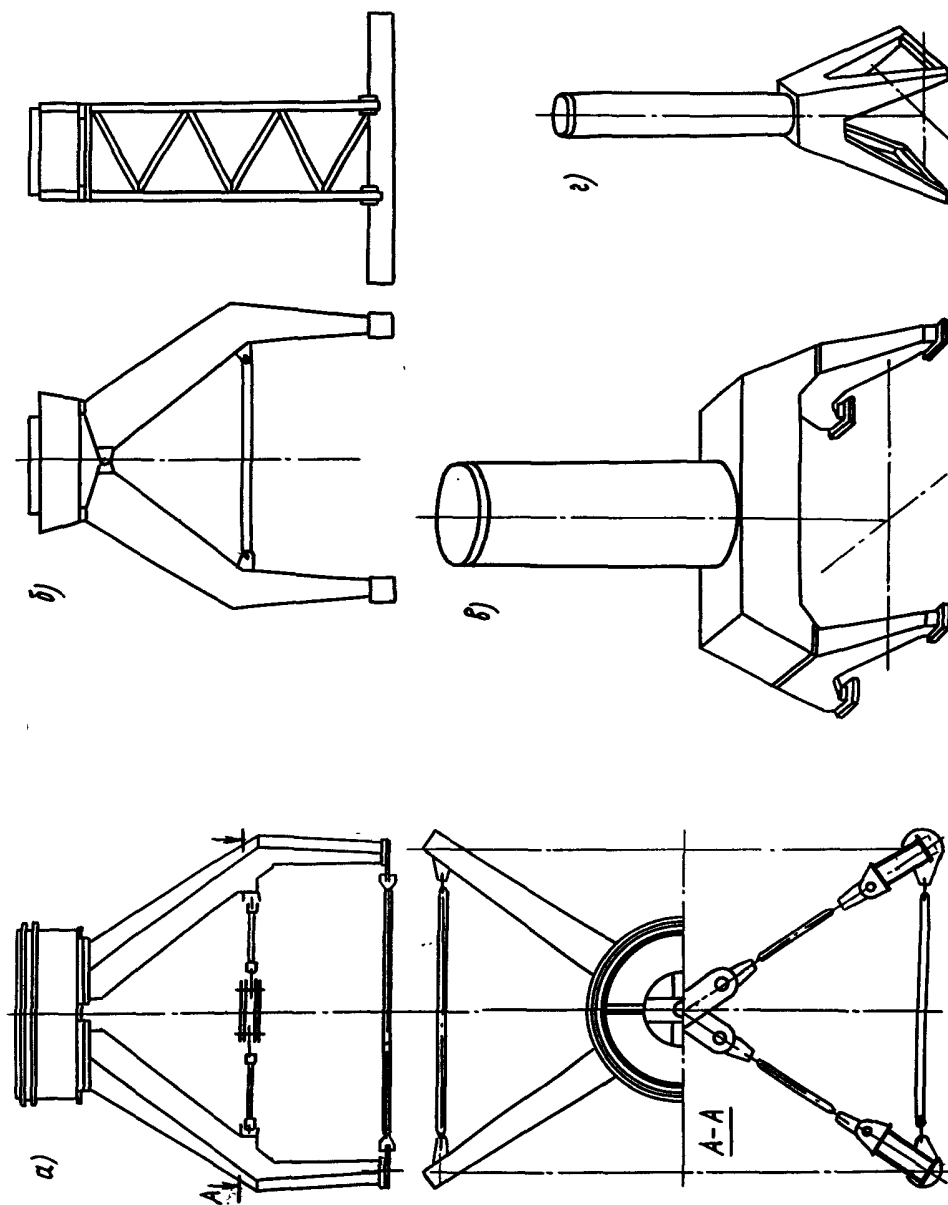


Рис. 4.4.1. Типы порталов порталных кранов: а - рамно-раскосный четырехстоечный; б - двухстоечный; в - рамно-башенный двухстоечный; г - рамно-башенный четырехстоечный

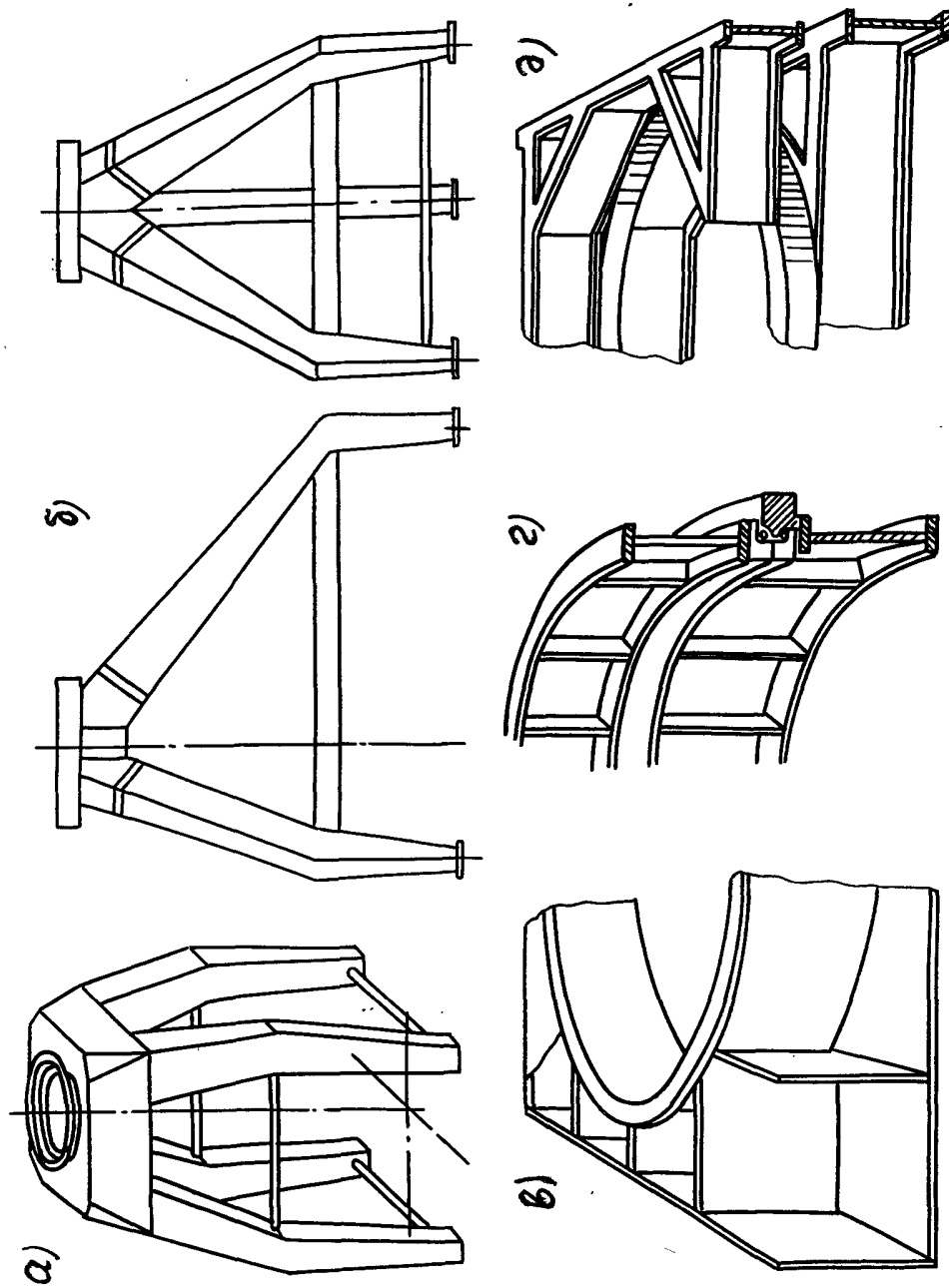


Рис. 4.4.2. Типы порталов порталных кранов: а - рамный трехстоечный; б - рамный трехопорный; в, г, д - варианты конструктивных решений ого-  
ловков

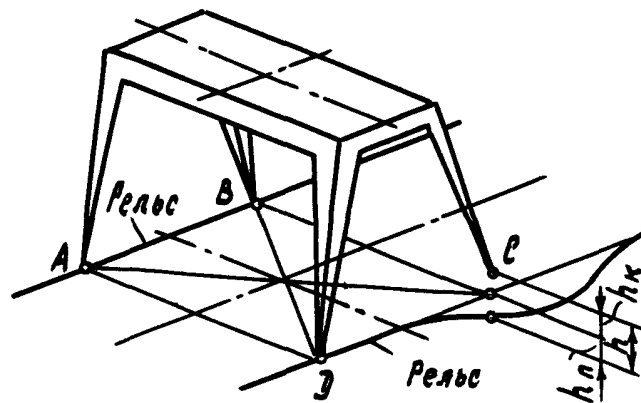


Рис.4.4.3.Схема к расчету жесткости четырехстоечного портала

## 5. Устойчивость грузоподъемных кранов

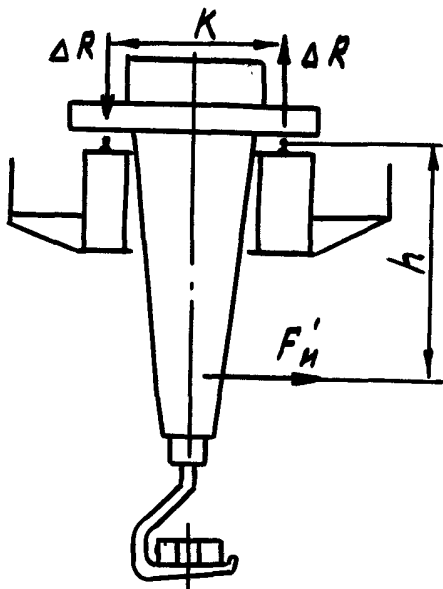


Рис.5.1.Схема к расчету устойчивости тележки мостового крана

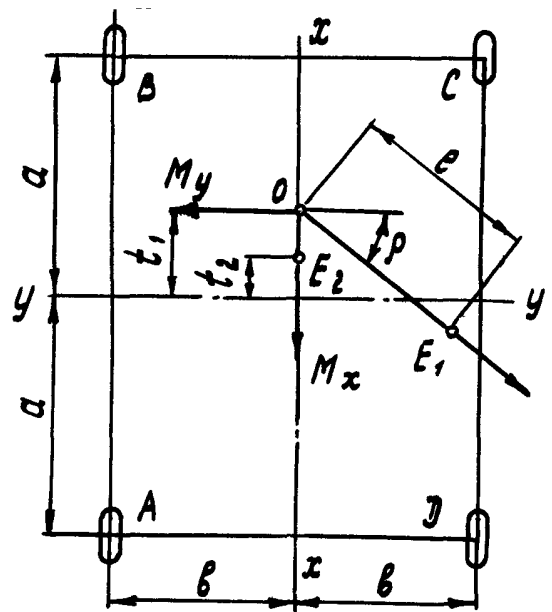


Рис.5.2.Схема к расчету устойчивости стрелового крана на специальном шасси

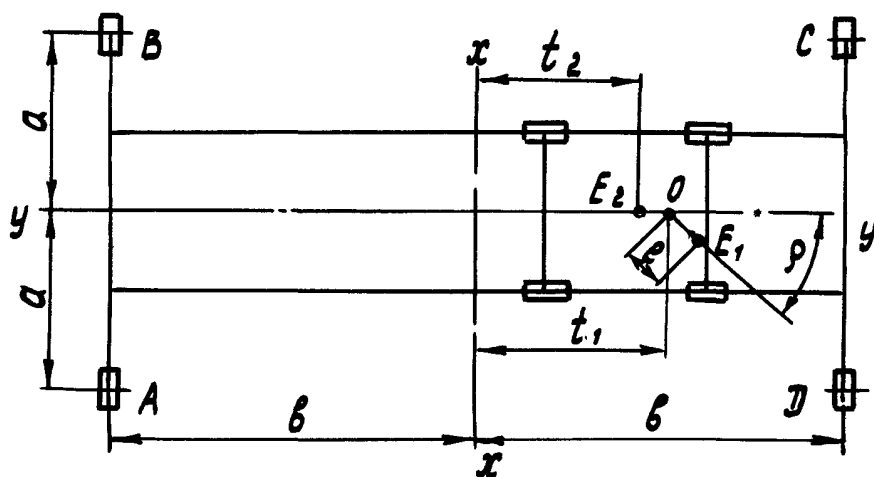


Рис.5.3. Схема к расчету устойчивости стрелового крана с выносными опорами (аутригерами)

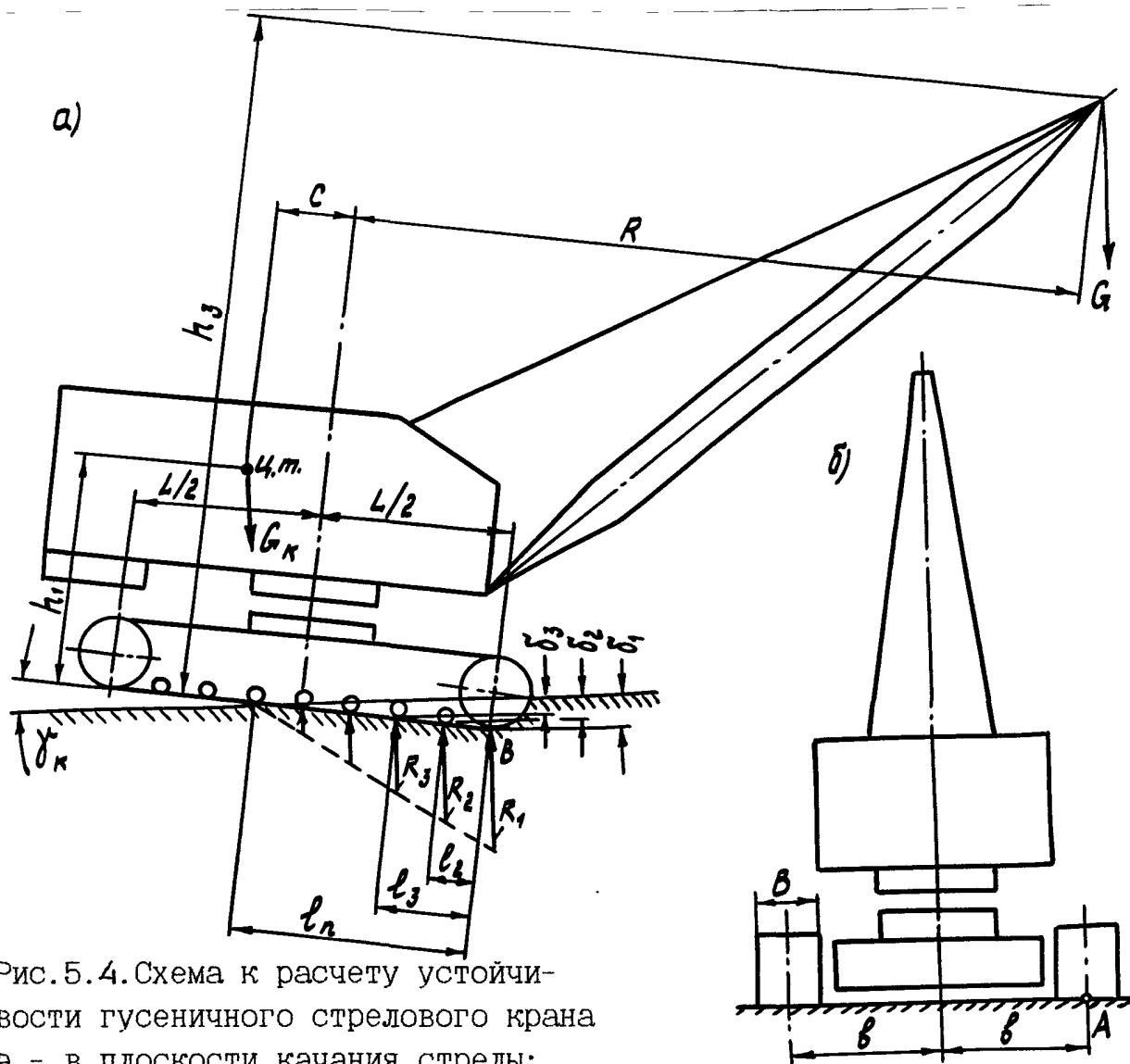


Рис.5.4. Схема к расчету устойчивости гусеничного стрелового крана  
а - в плоскости качания стрелы;  
б - из плоскости качания стрелы

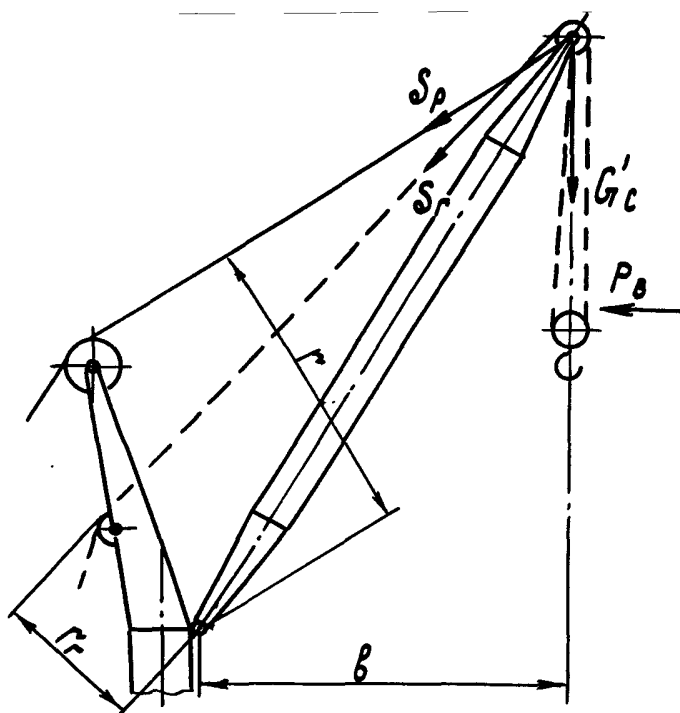


Рис.5.5.Схема учета ветровой нагрузки при расчете устойчивости башенного крана

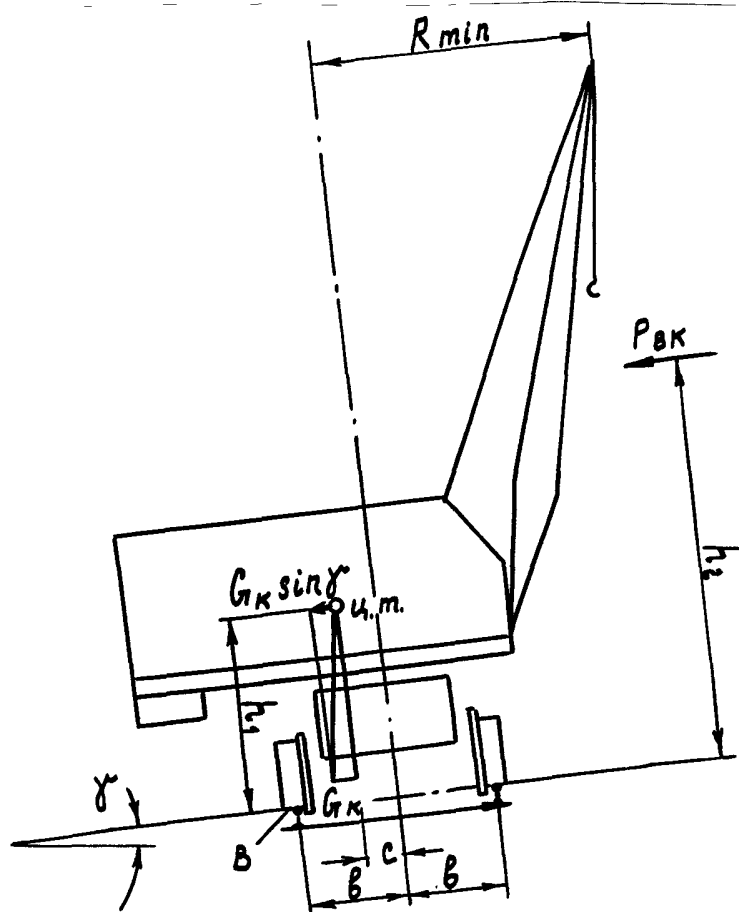
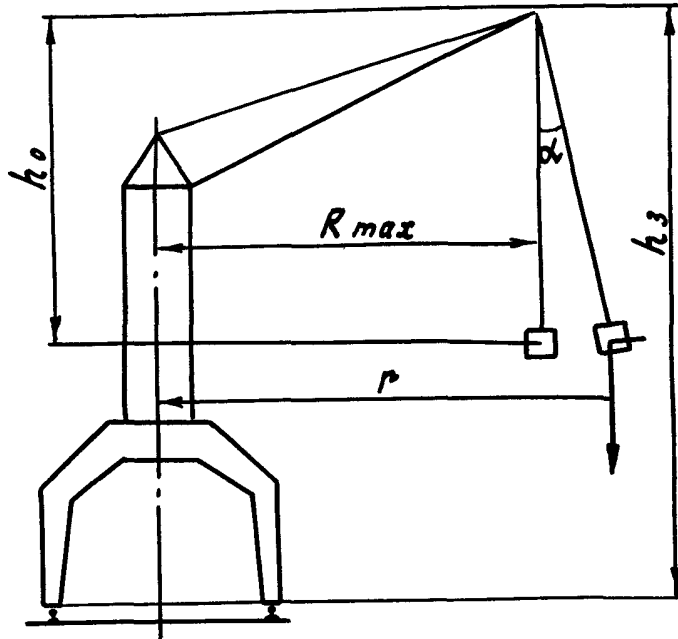


Рис.5.6.Схема к расчету устойчивости железнодорожного крана

$$K_2 = G_K [(b-c) - h_1 \sin \gamma] / P_{\text{вк}} h_2 \geq 1,15.$$





$$K_1' = \frac{1}{G(R_r - b)} \left\{ G_K [(b+c) - h_1 \sin \gamma] - \frac{G n^2 R_{max} h_3}{900 - n^2 h_0} - \right. \\ \left. - \frac{Q V_1}{t_1} (R_r - b) - \frac{Q V_2}{t_2} h_3 - \frac{m_K V_2}{t_2} h_1 - \frac{(Q + m'_c) V_3'}{t_3} h_3 - \right. \\ \left. - \frac{(Q + m'_c) V_3''}{t_3} (R_r - b) - p_{BK}^{\pi} h_2 - p_{Br}^{\pi} h_3 \right\} \geq 1,15;$$

$$K_1'' = \frac{1}{0,7 G (R_r - b)} \left\{ G_K [b + 0,7(c - h_1 \sin \gamma)] - \frac{0,7 G n^2 R_{max} h_3}{900 - n^2 h_0} - \right. \\ \left. - \frac{66(Q + m''_c) n R_{max} h_3}{(900 - n^2 h_0) t_4} - 0,7 \frac{Q V_1}{t_1} (R_r - b) - \right. \\ \left. - \frac{Q V_2}{t_2} h_3 - \frac{m_K V_2}{t_2} h_1 - 0,7 \frac{(Q + m'_c) V_3'}{t_3} h_3 - \right. \\ \left. - 0,7 \frac{(Q + m'_c) V_3''}{t_3} (R_r - b) - p_{BK}^{\pi} h_2 - p_{Br}^{\pi} h_3 \right\} \geq 1,15;$$

$$K_1''' = \frac{G_K (b+c)}{G (R_{max} - b)} \geq 1,4$$

Рис. 5.7. Схемы к расчету грузовой и собственной устойчивости portalного крана

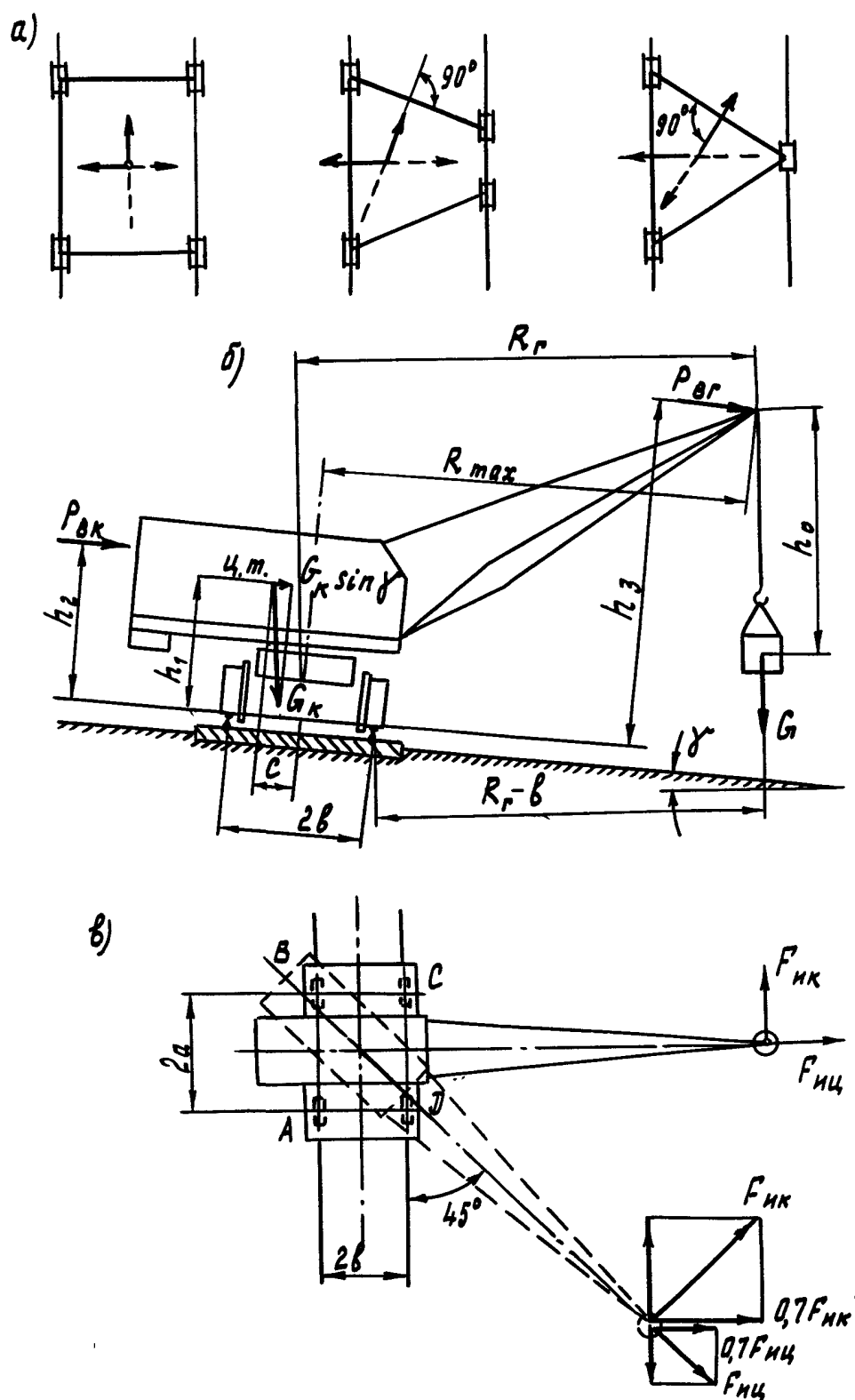


Рис.5.8.Схемы к расчету грузовой устойчивости стрелового крана:  
а - варианты выбора ребер опрокидывания; б - расчетная схема крана в плоскости качания стрелы; в - план сил инерции

## 6. Стреловые устройства

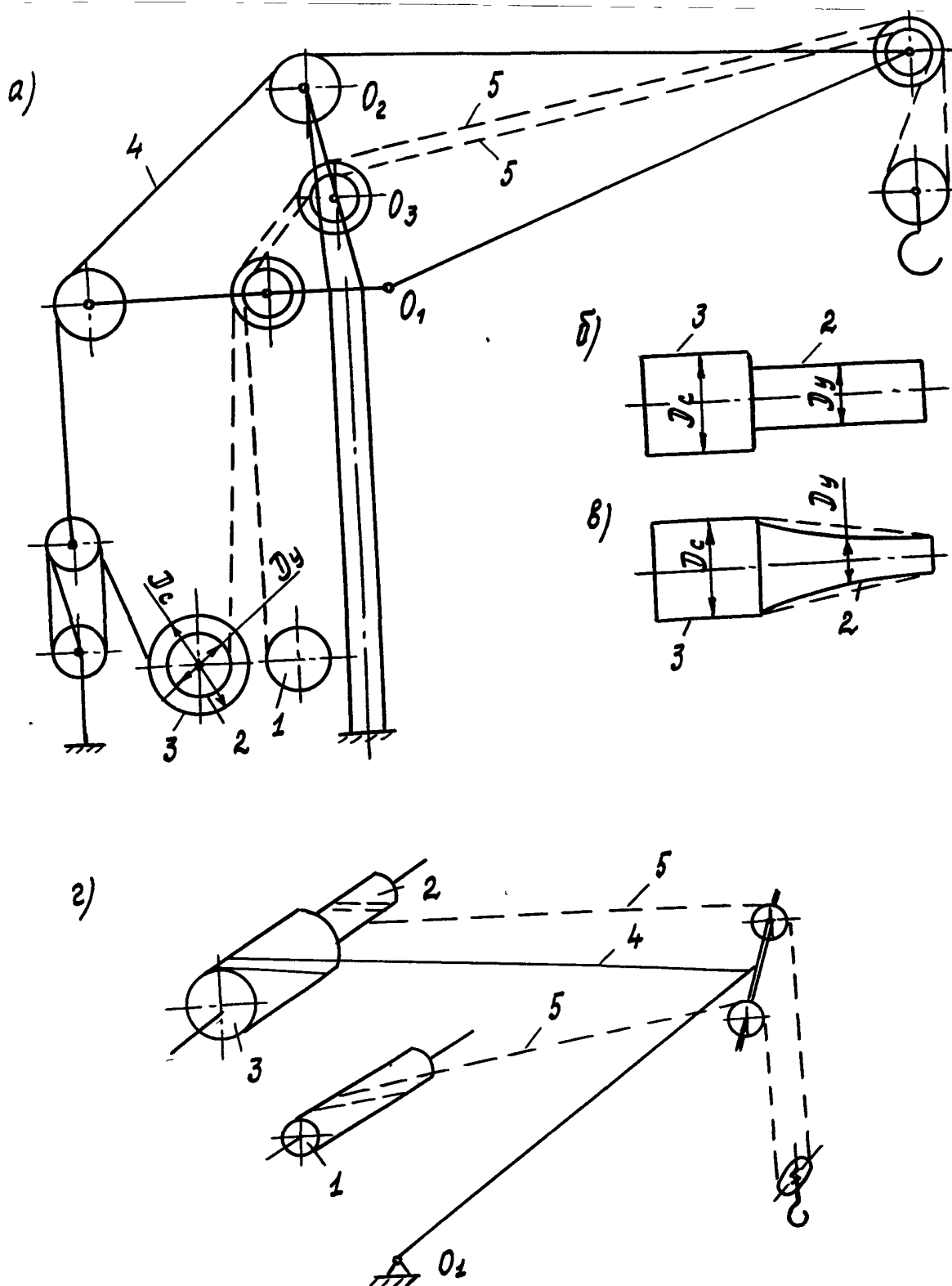


Рис.6.1.Схема (а) прямой стрелы с уравнительным барабаном:  
 б - с цилиндрическим; в - с криволинейным профилем;  
 г - схема запасовки канатов

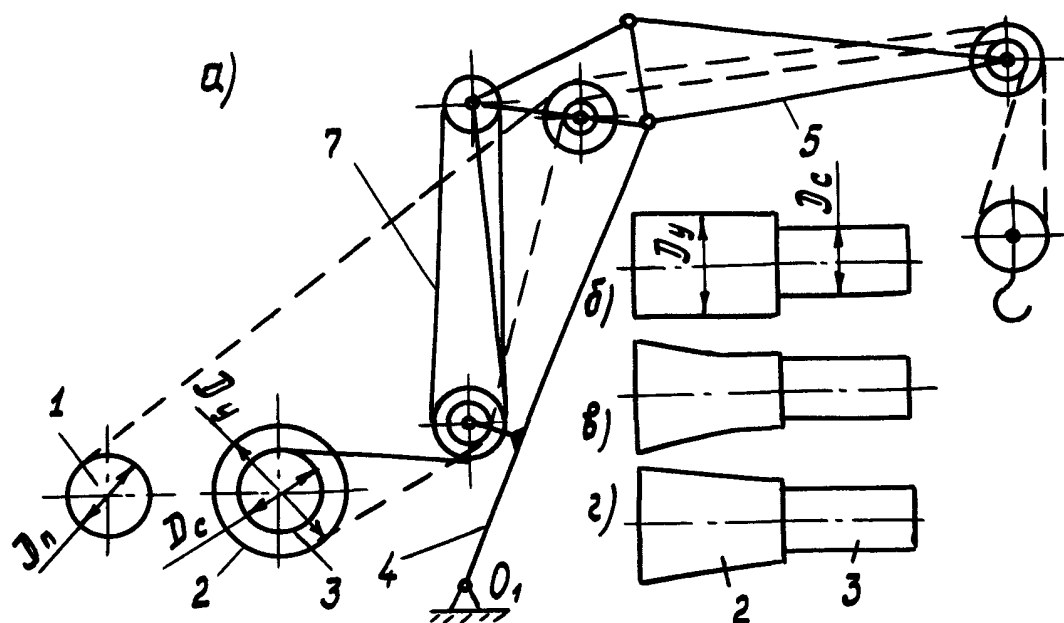


Рис.6.2.Схема (а) прямой стрелы с управляемым гуськом:  
б - с цилиндрическим; в - криволинейным; г - коническим  
профилем уравнительного барабана

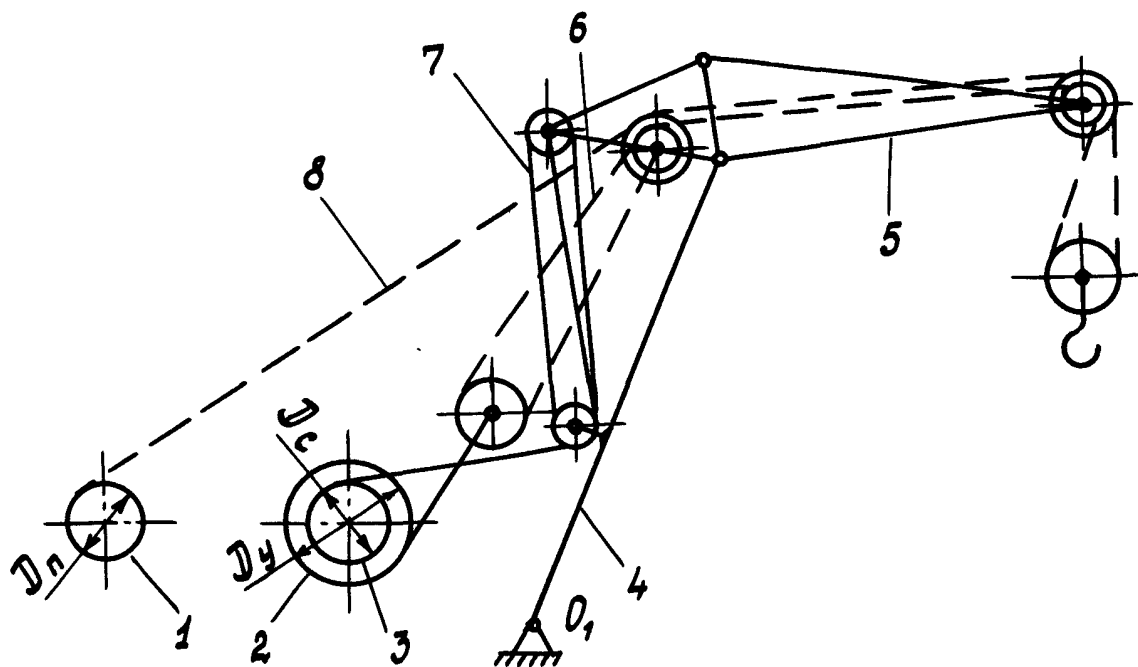


Рис.6.3.Схема прямой стрелы с управляемым гуськом,  
с уравнительными барабаном и полиспастом

## 7. Грузозахватные устройства

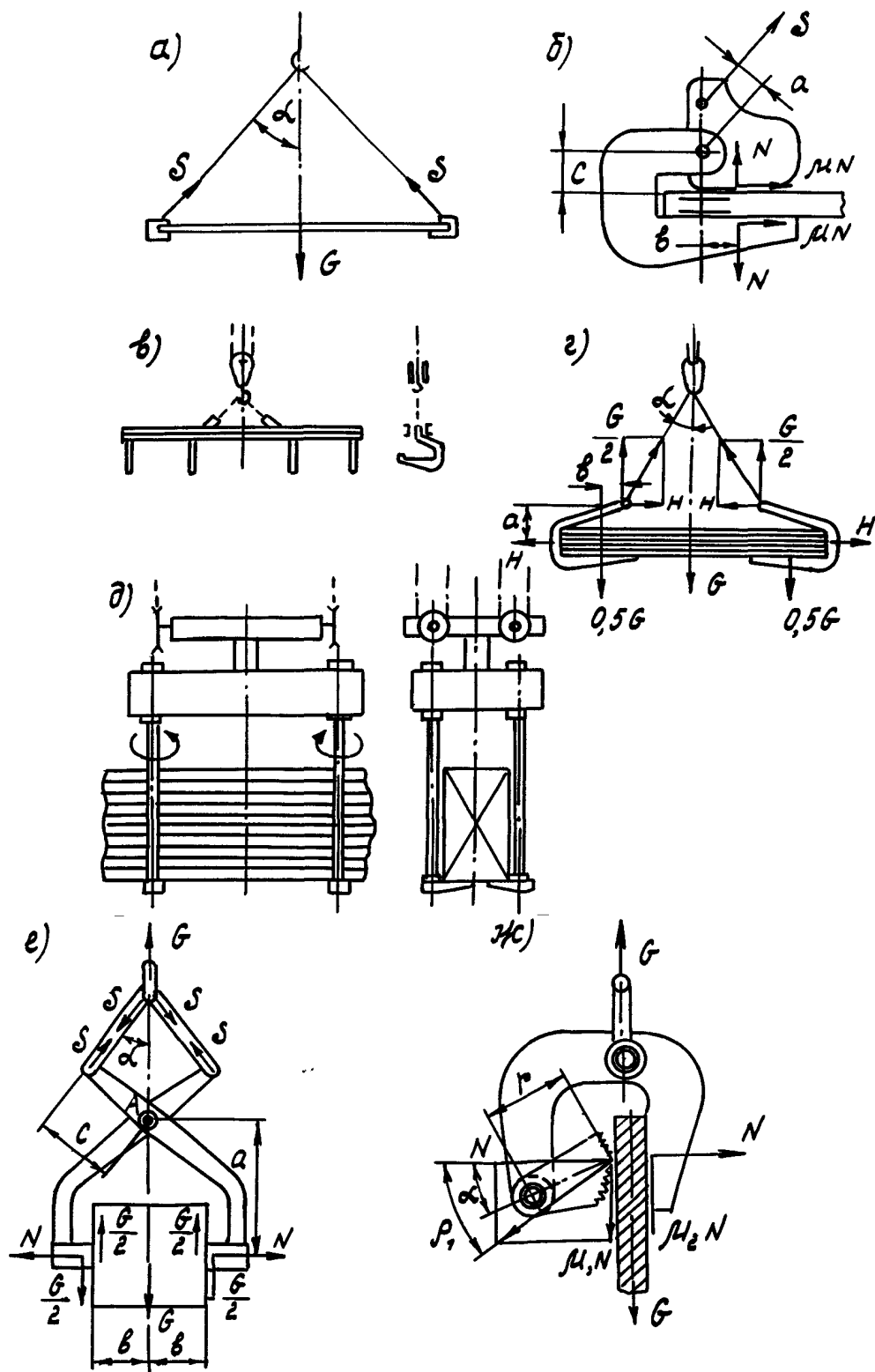
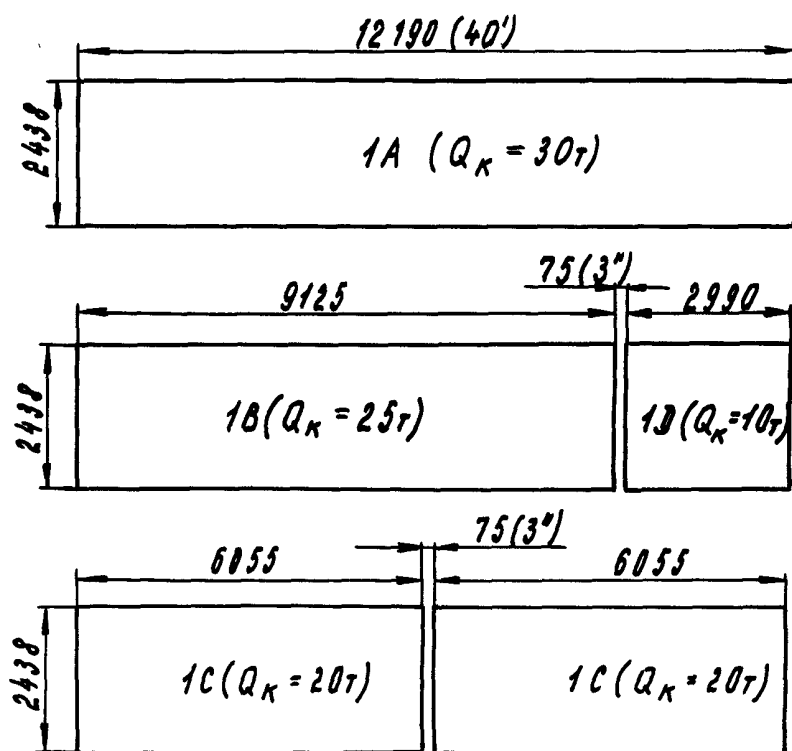
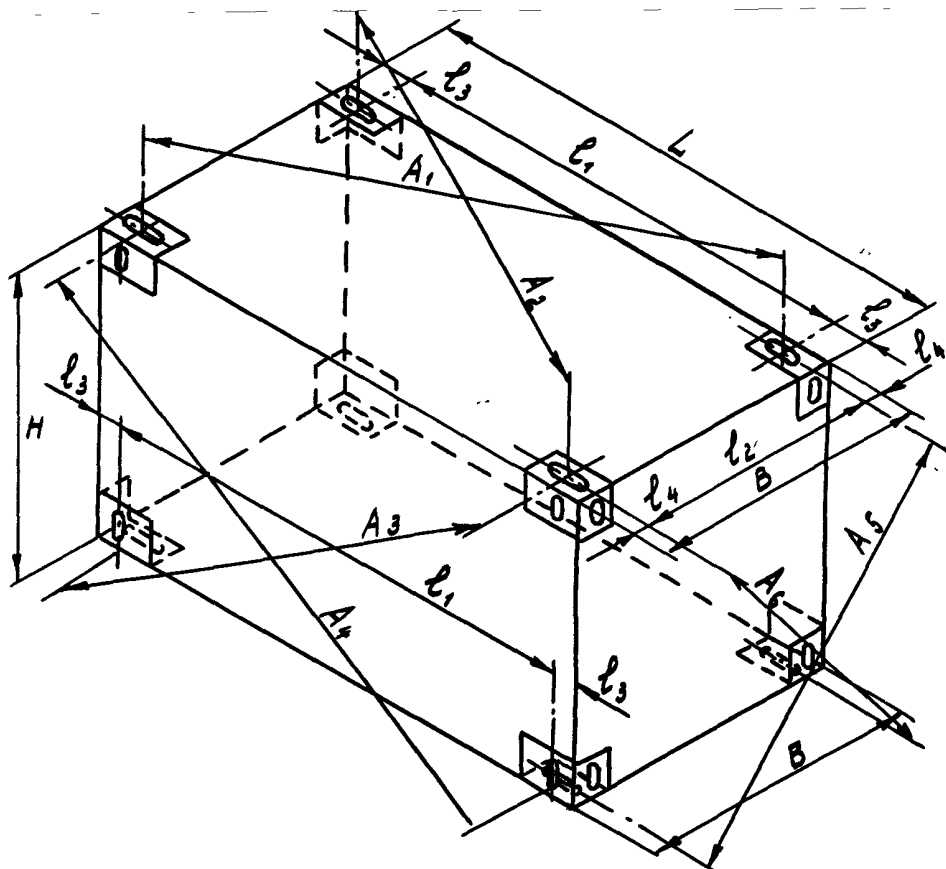


Рис.7.1.Грузозахватные устройства для штучных грузов:

а - строповые; б - кулачковые; в,г - лапы;  
д - вилочный поворотный; е - клещевой; ж - зажимной



Для контейнеров 1АА, 1ВВ, 1СС  $H = 2591$  мм

Рис. 7.2. Контейнер

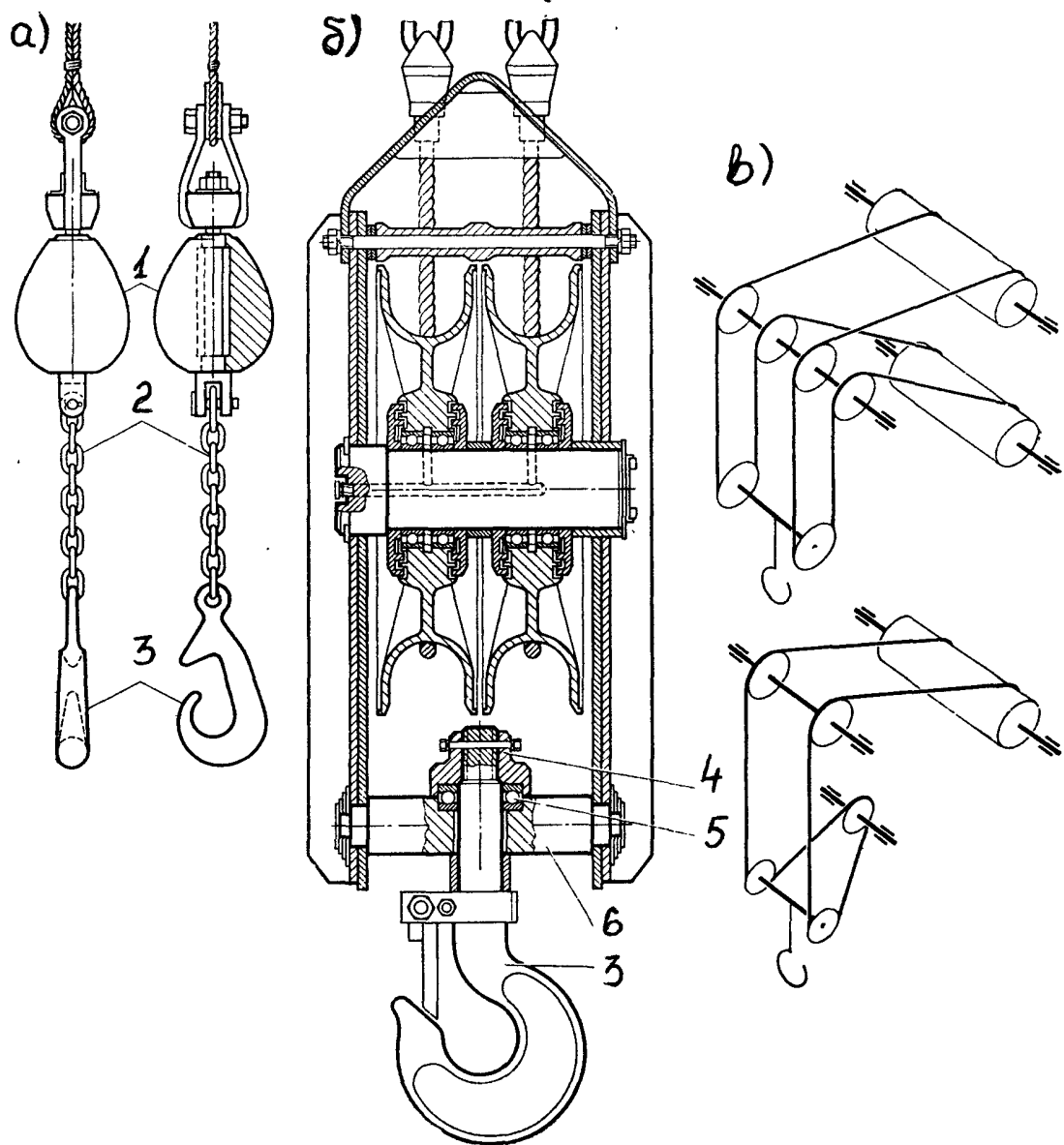


Рис.7.3.Крюковые подвески: а - при кратности полиспаста = 1,  
б - при кратности полиспаста больше единицы, в - схемы  
запасовки канатов в полиспастах

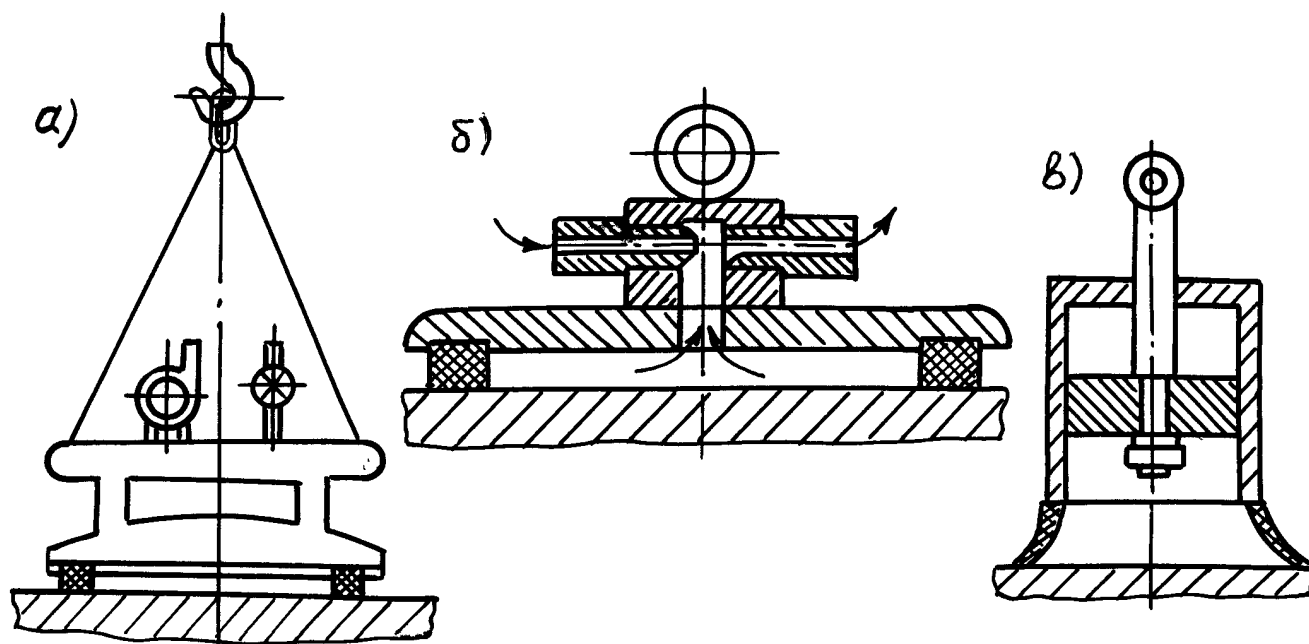


Рис.7.4.Вакуумные грузозахватные устройства: а - насосные;  
б - эжекторные; в - безнасосные

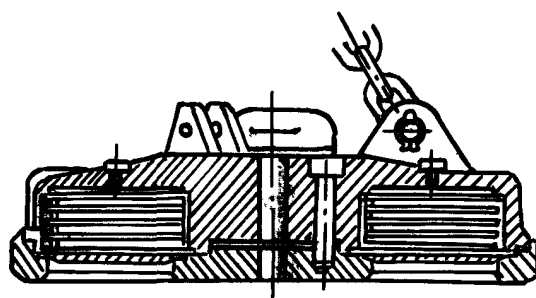


Рис.7.5.Электромагнитное грузозахватное устройство

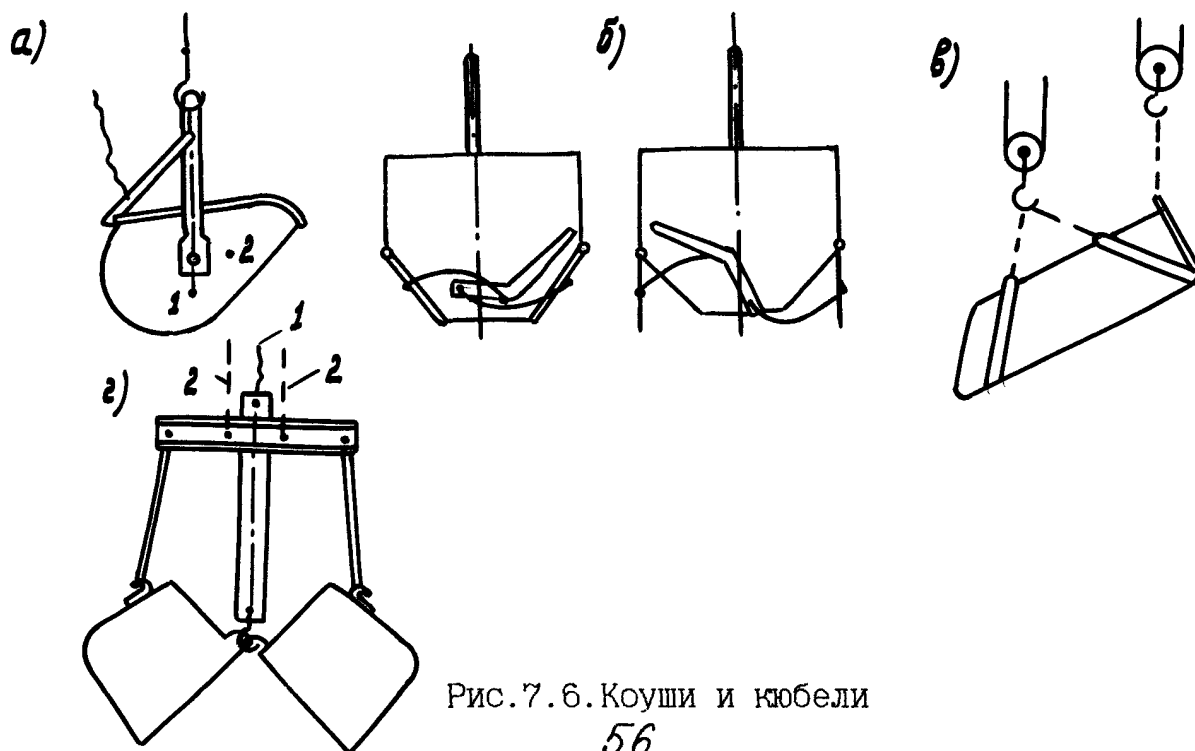


Рис.7.6.Коуши и кубели



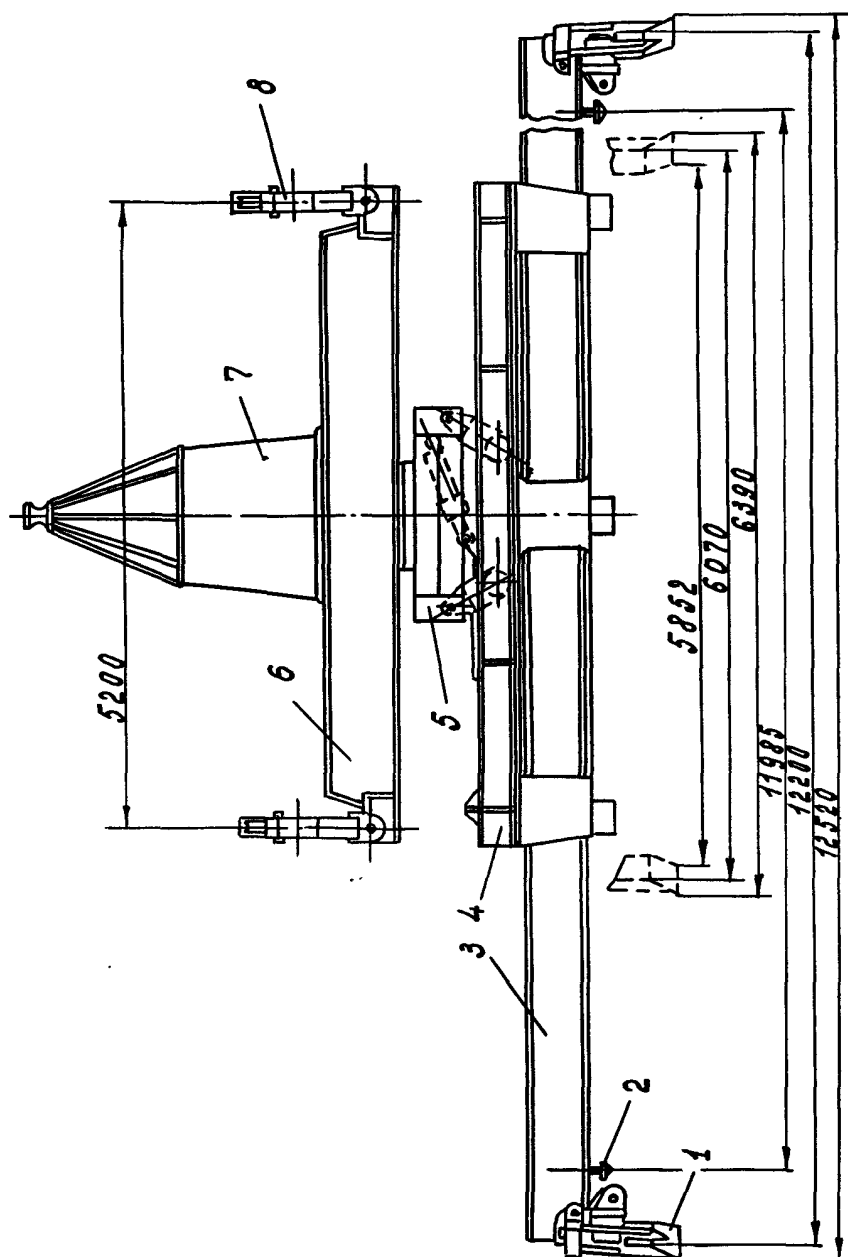
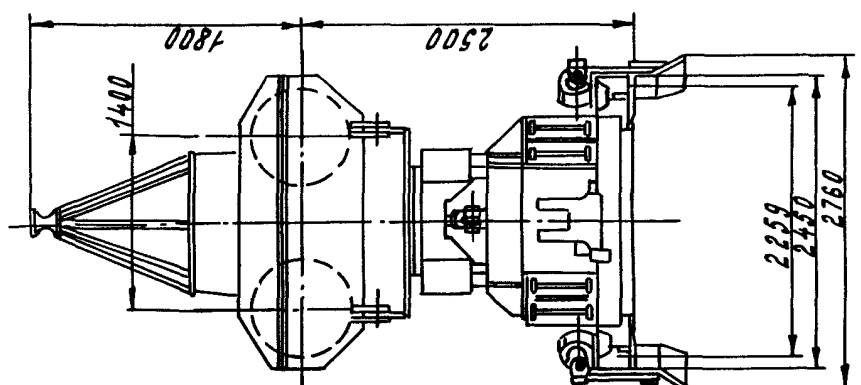


Рис. 7.7. Спредер

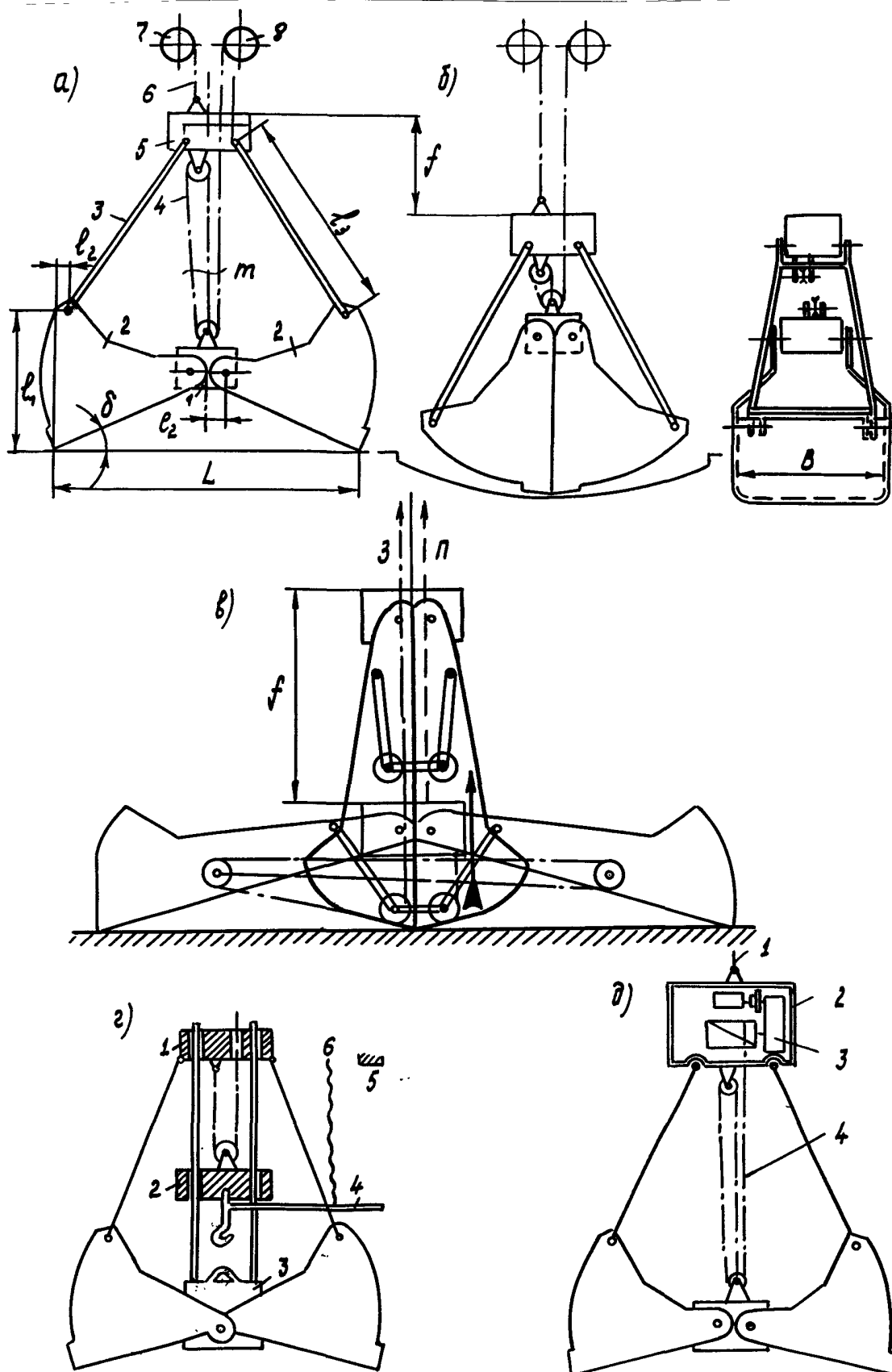


Рис.7.8.Грейферы: а,б - нормальный двухканатный;  
в - подгребающий; г - одноканатный; д - приводной

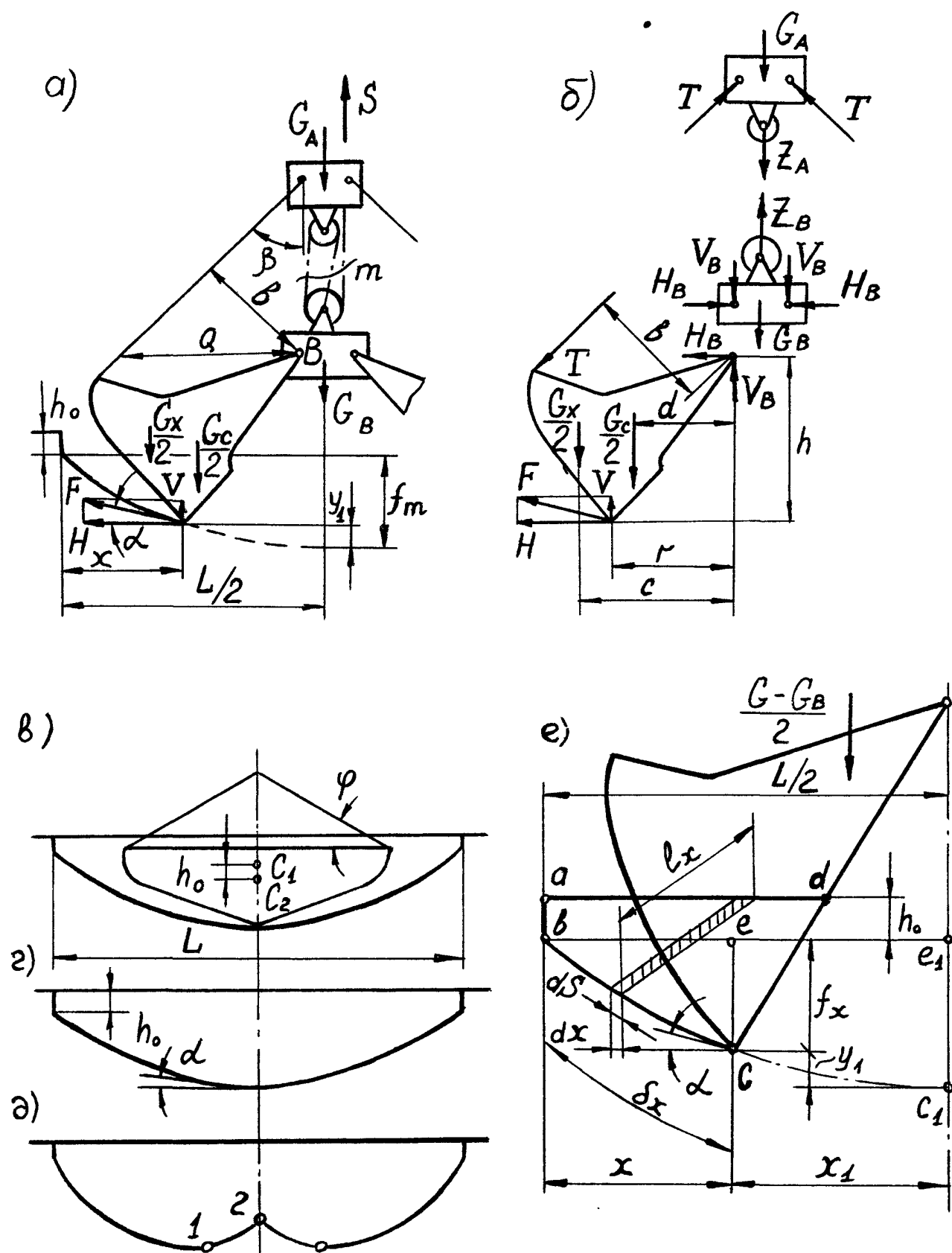


Рис. 7.9. Схемы общего расчета грейфера

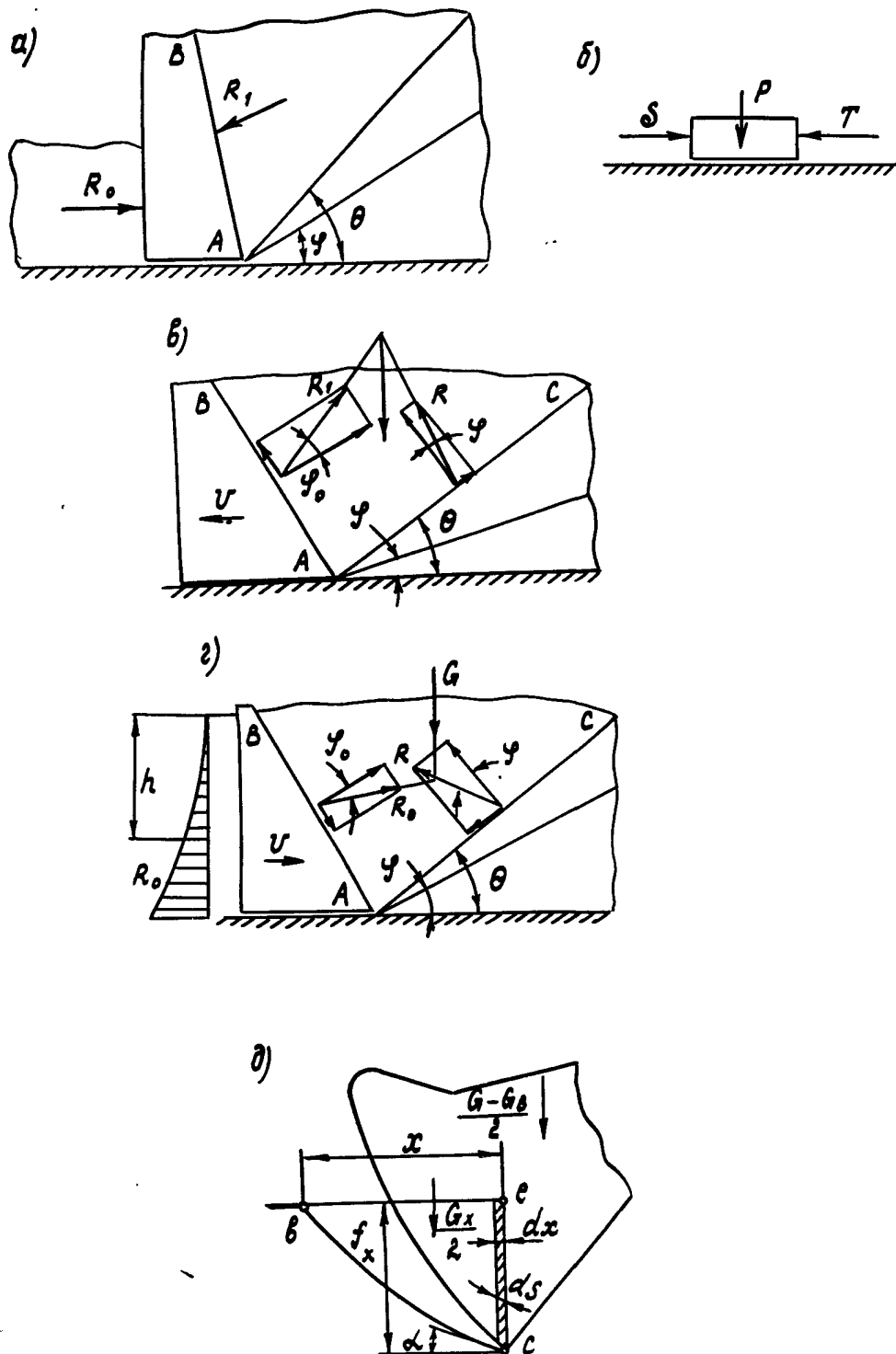
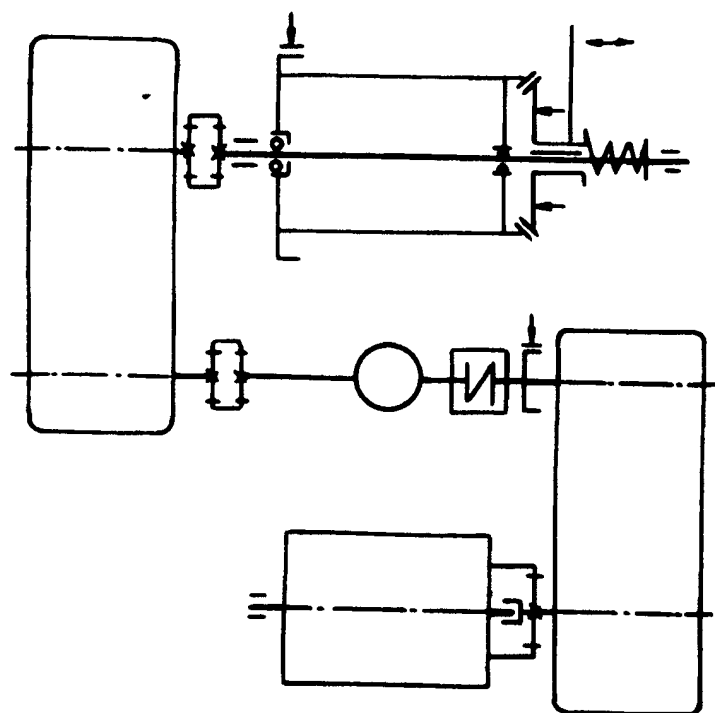


Рис.7.10.Схемы к расчету усилий сопротивления резанию при черпании грейфером

## 8. Специальные типы механизмов подъема

а)



б)

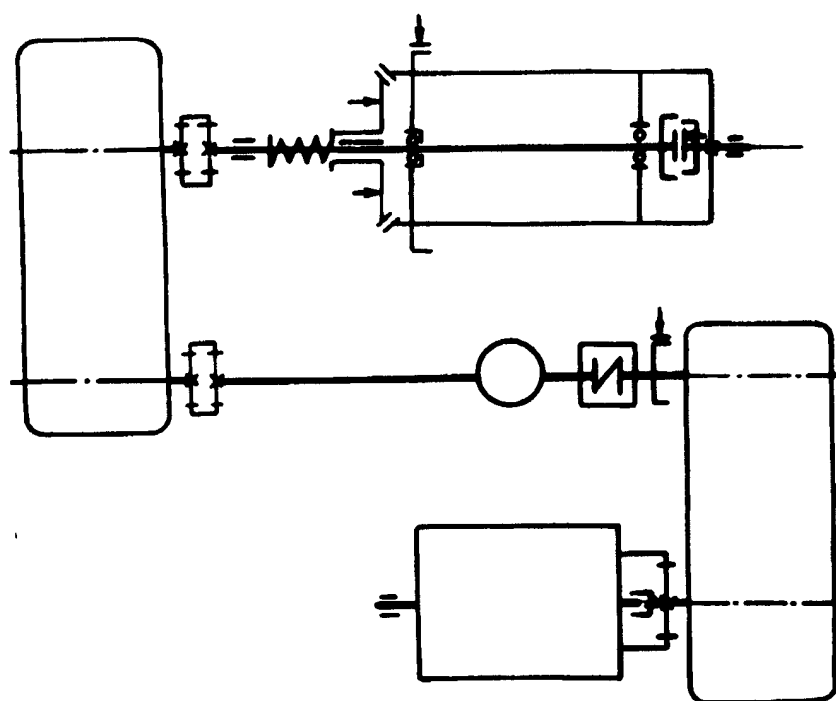


Рис. 8.1. Одномоторные грейферные лебедки с фрикционными муфтами: а - вариант 1; б - вариант 2

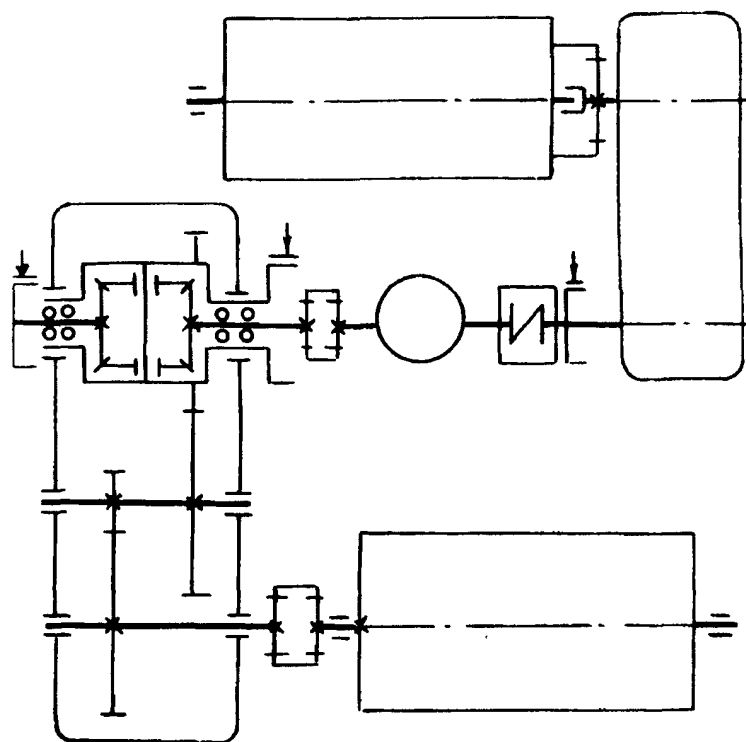


Рис.8.2.Одномоторная грейферная лебедка с коническим планетарным редуктором

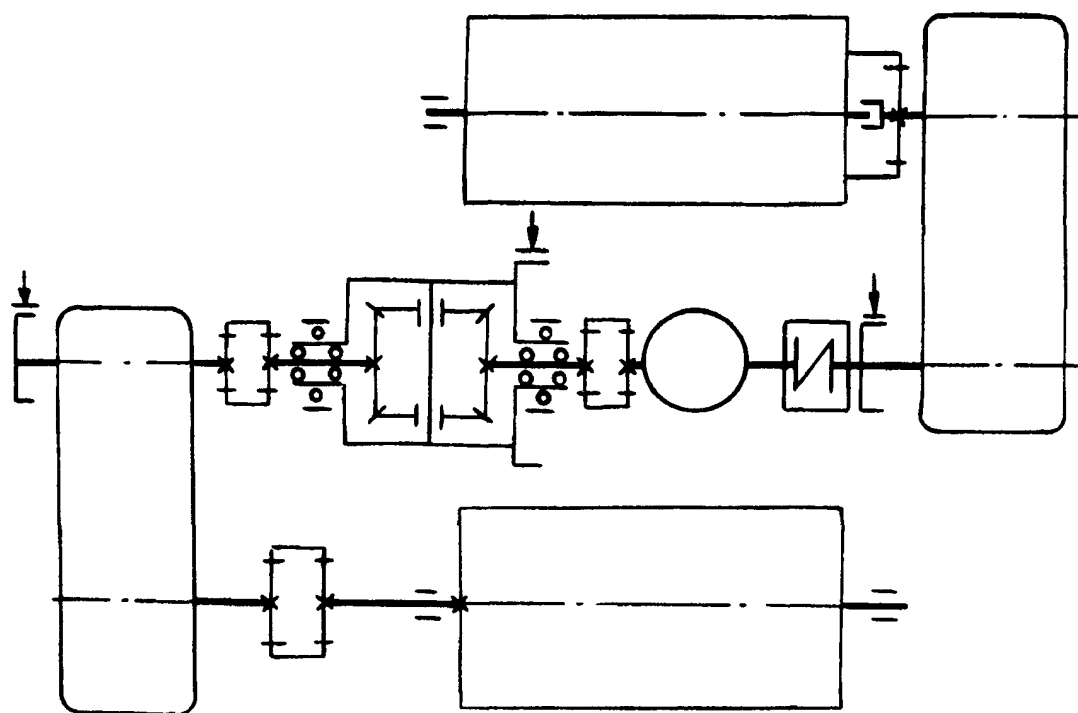
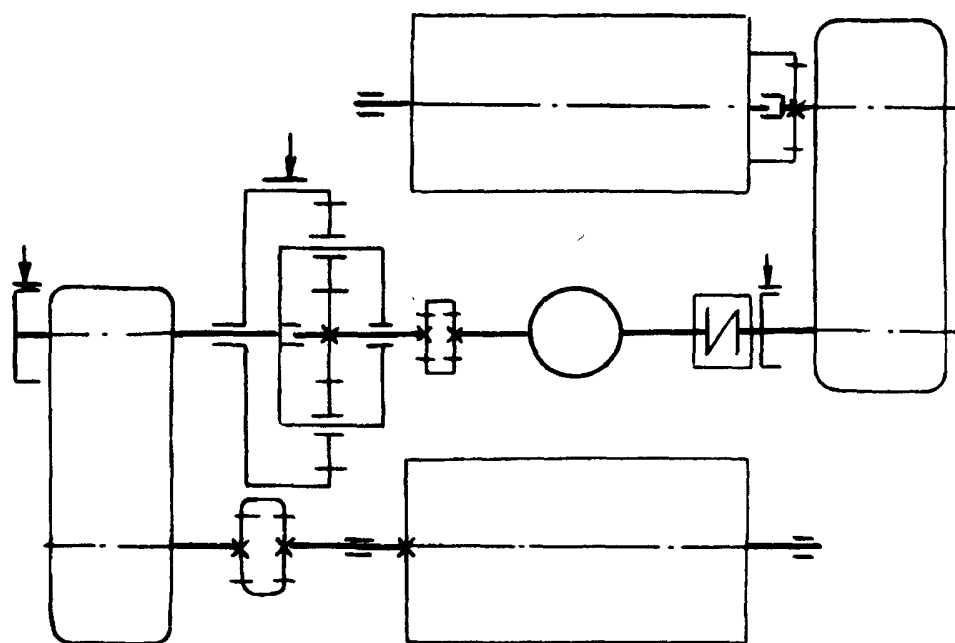


Рис.8.3.Одномоторная грейферная лебедка с конической планетарной муфтой

а)



б)

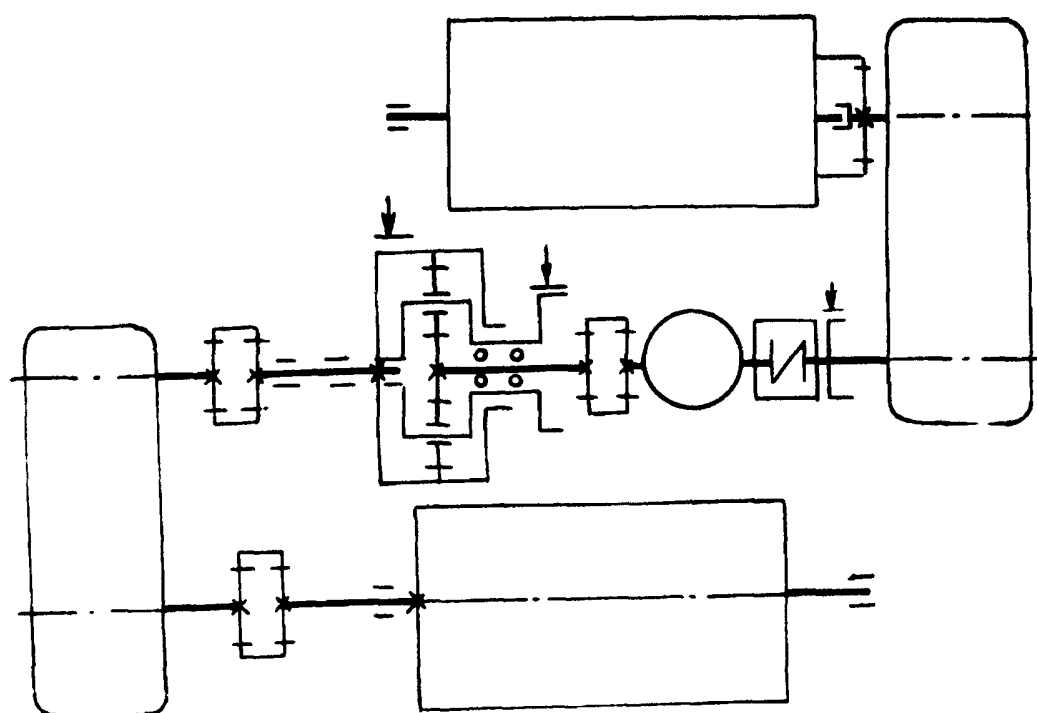


Рис.8.4.Одномоторные грейферные лебедки с цилиндрическими планетарными муфтами: а - вариант 1; б - вариант 2

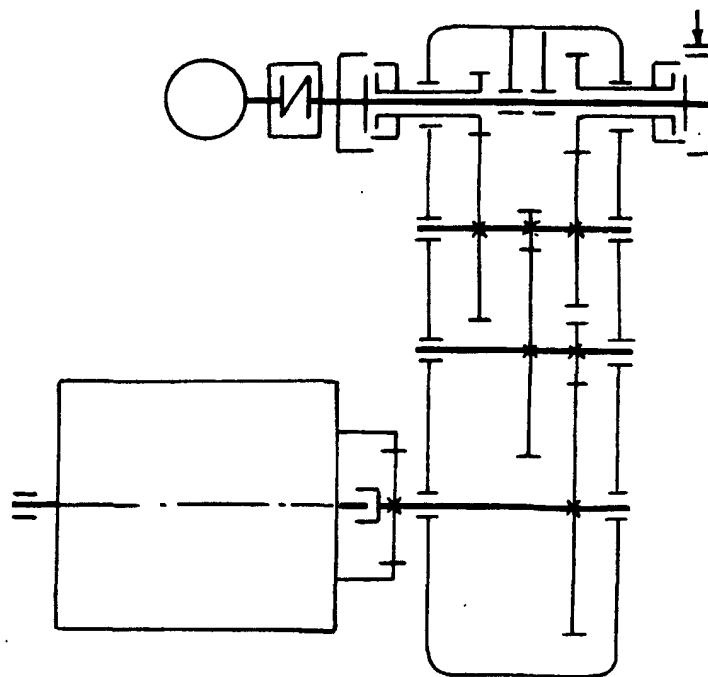


Рис.8.5. Двухскоростная лебедка с управляемыми муфтами

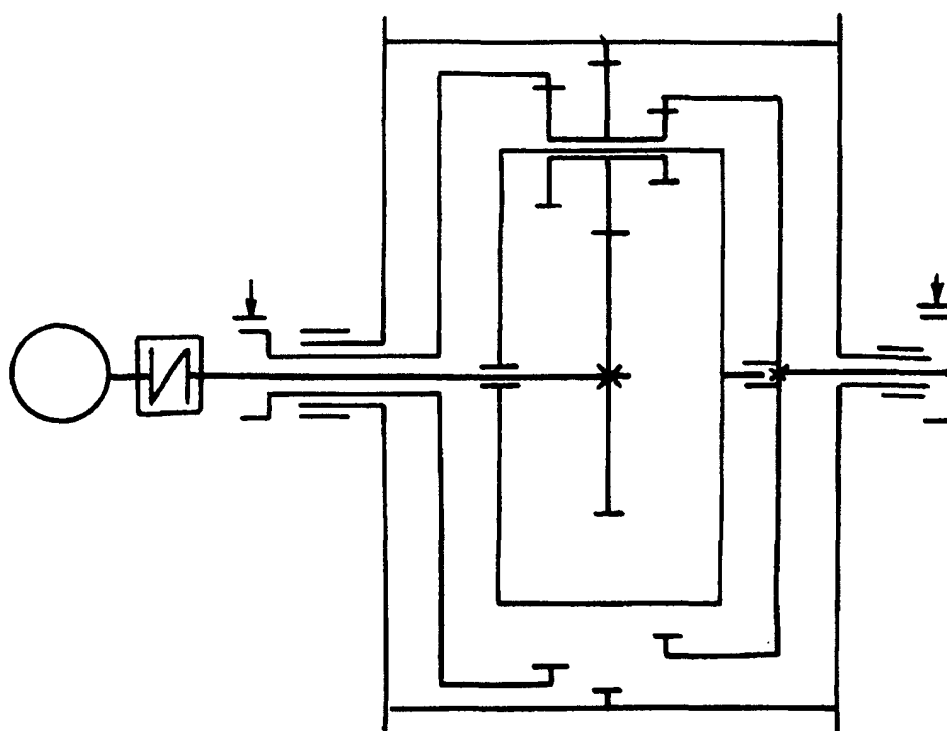


Рис.8.6. Двухскоростная лебедка со встроенным планетарным редуктором



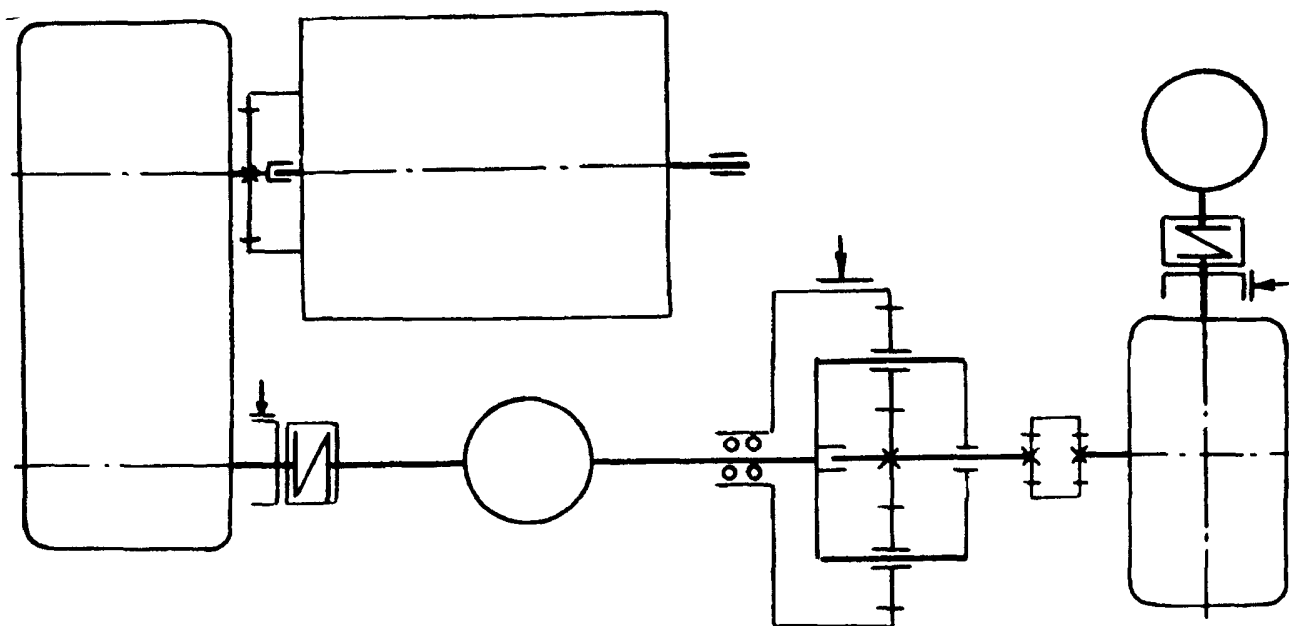


Рис. 8.7. Двухскоростная лебедка с микроприводом

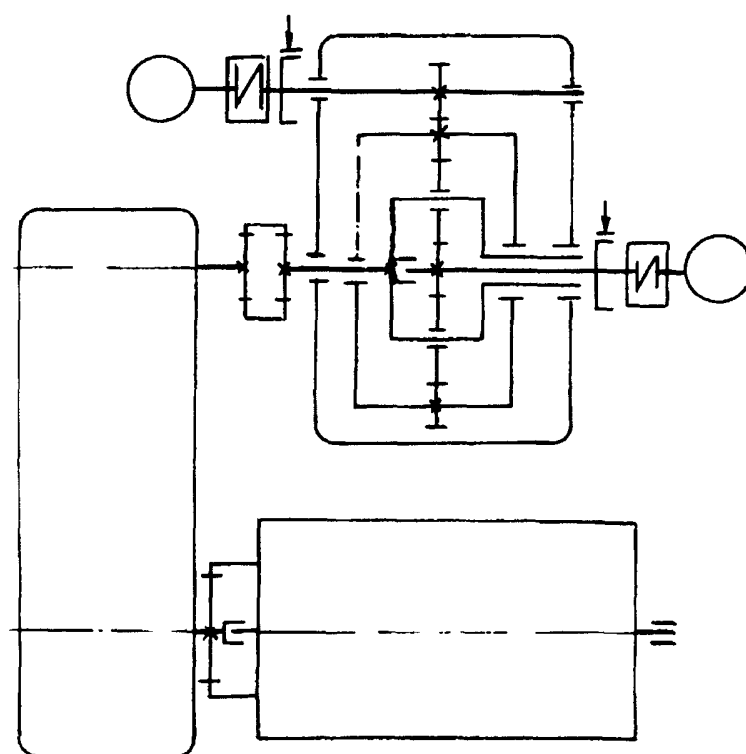


Рис. 8.8. Многоскоростная лебедка

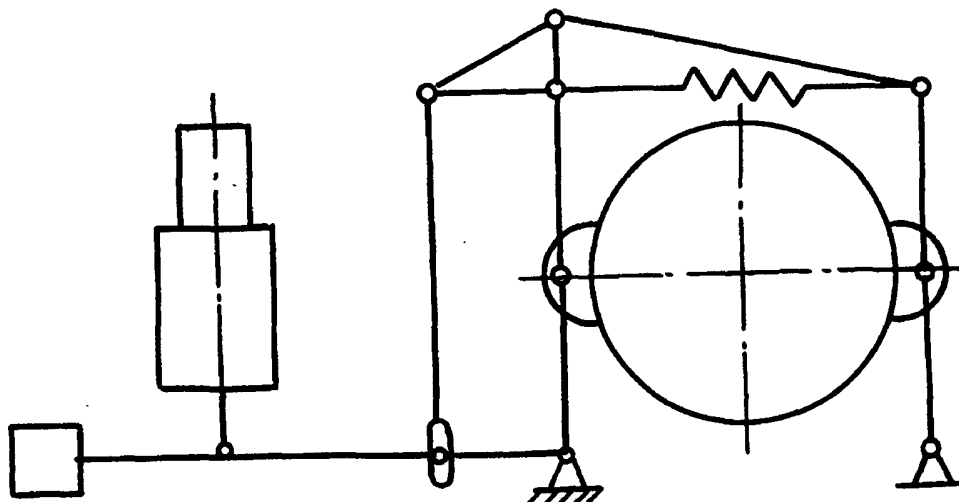


Рис.8.9.Схема двухступенчатого тормоза

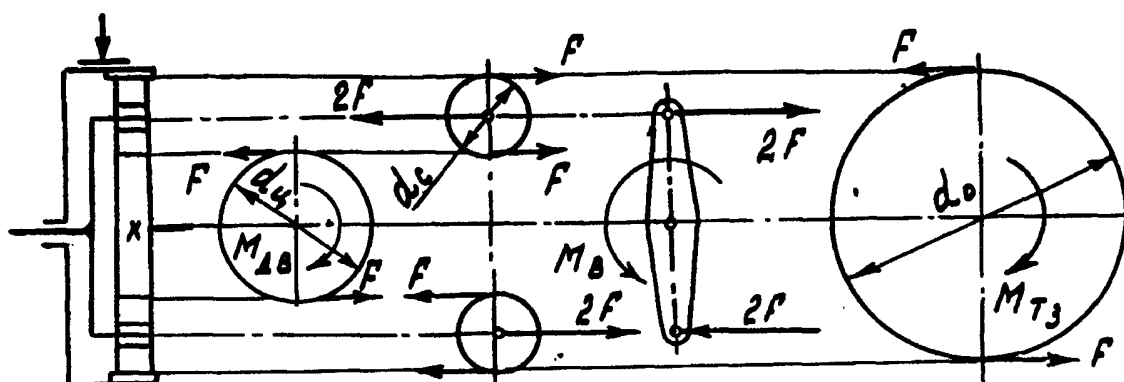


Рис.8.10.Планы сил к расчету планетарной муфты

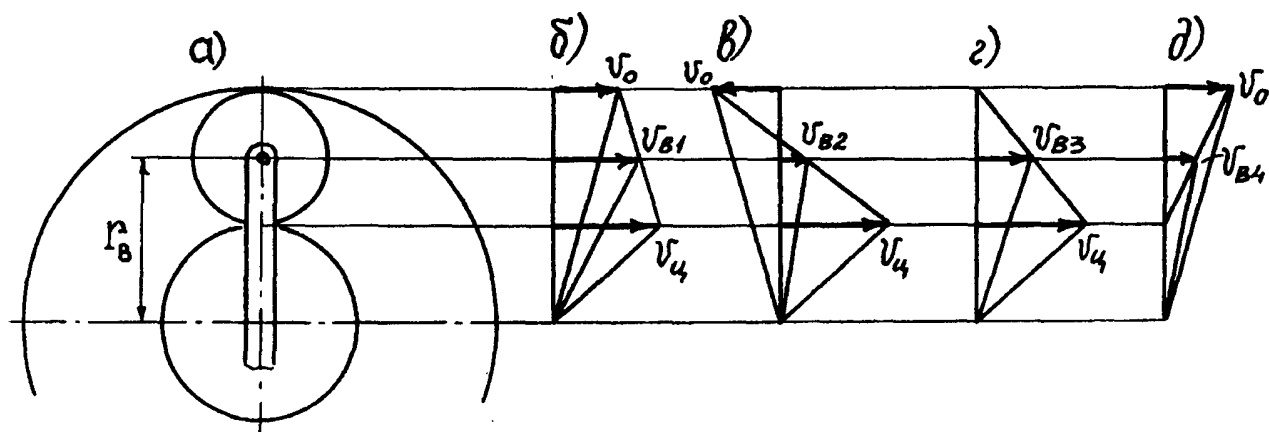


Рис.8.11.Планы скоростей для многоскоростной лебедки с планетарным редуктором

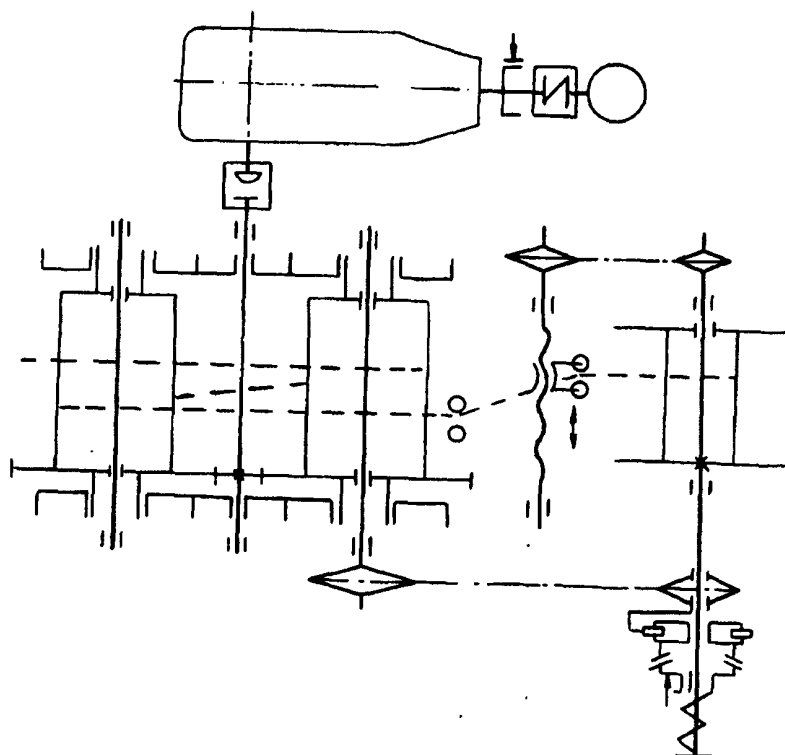


Рис.8.12.Перематывающая лебедка с канатосборным барабаном

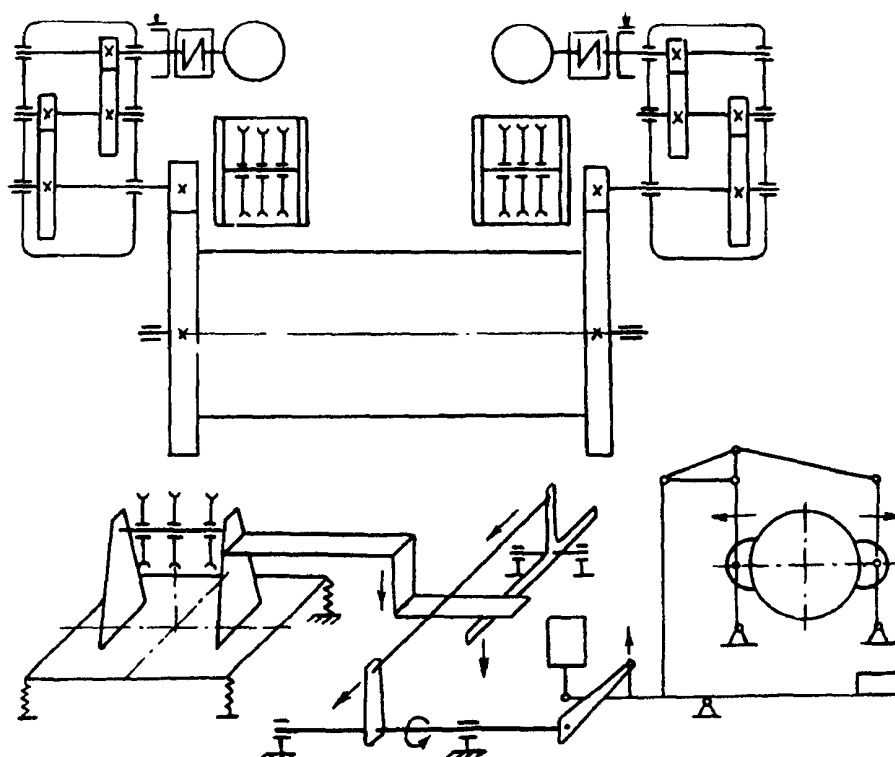


Рис.8.13.Лебедка с предохранением от перегрузок



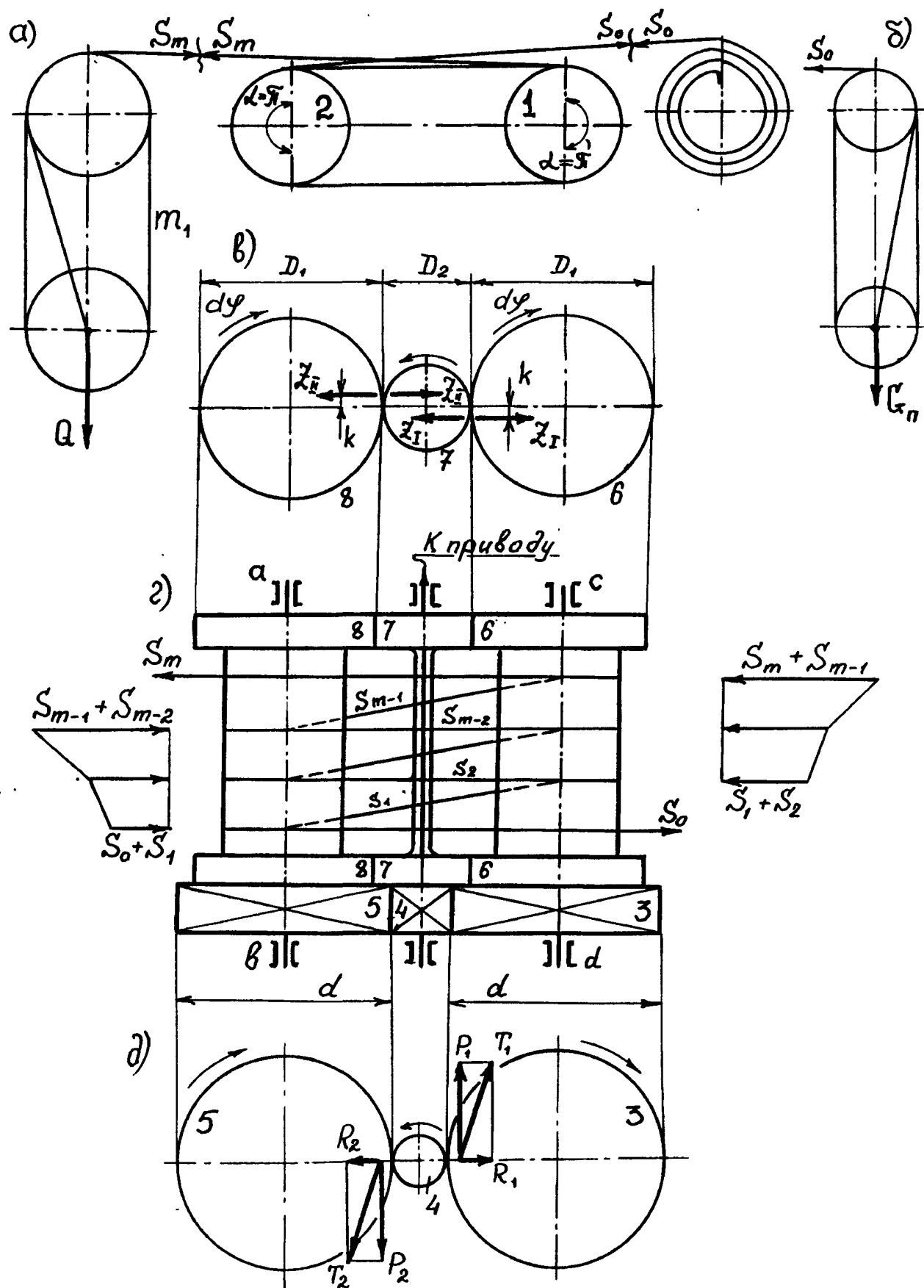


Рис. 8.15. Схемы к расчету перематывающих лебедок

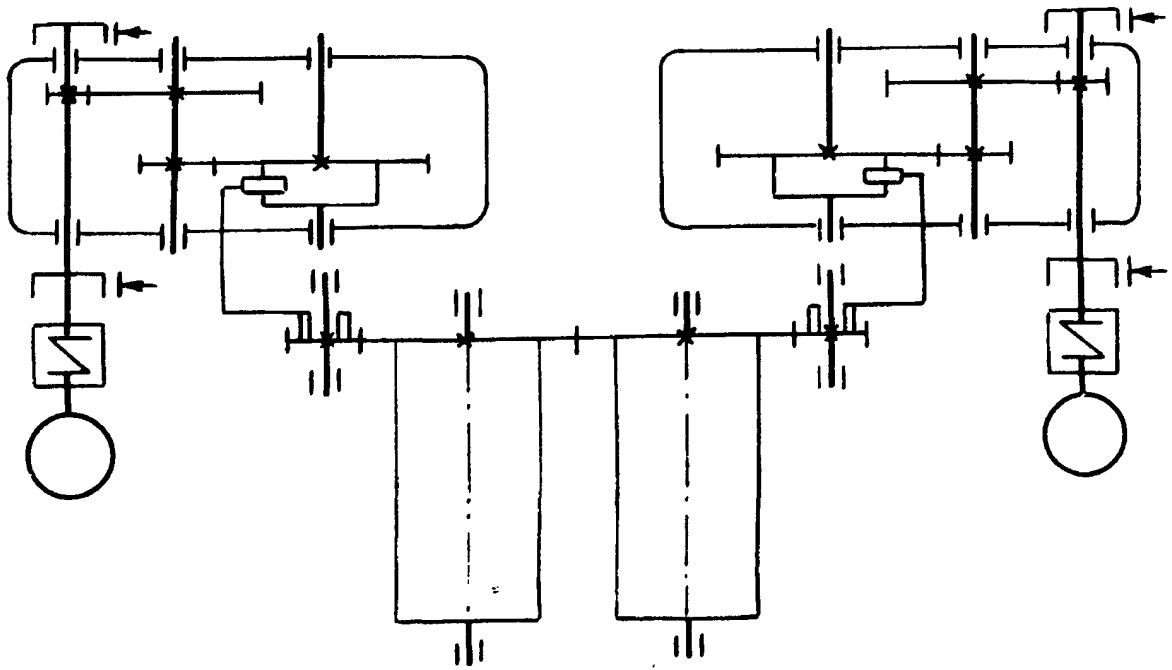


Рис.8.16. Лебедка с отключаемыми двигателями

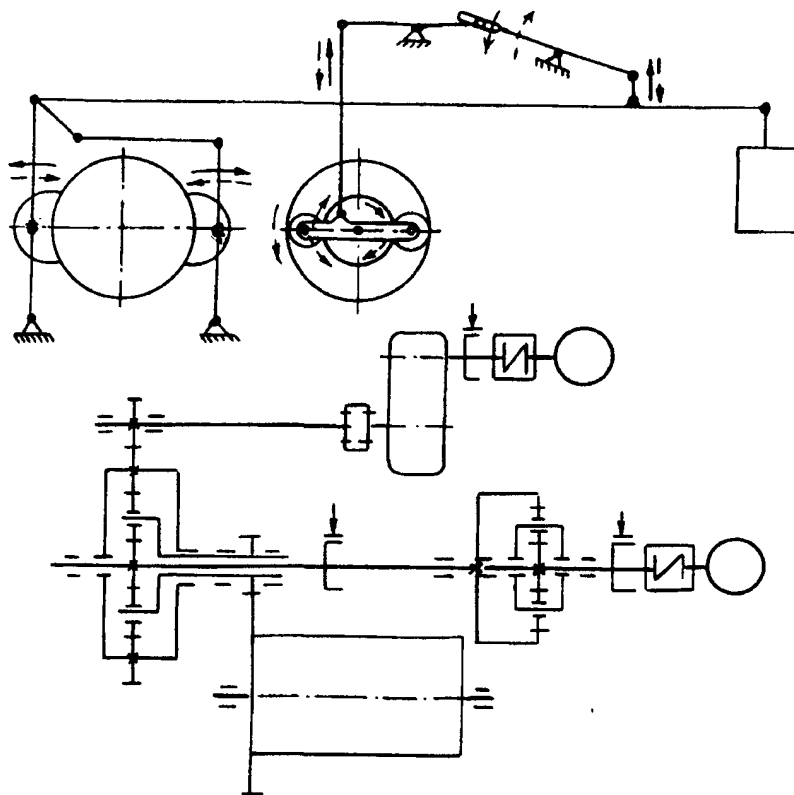


Рис.8.17. Лебедка с регулируемой скоростью спуска

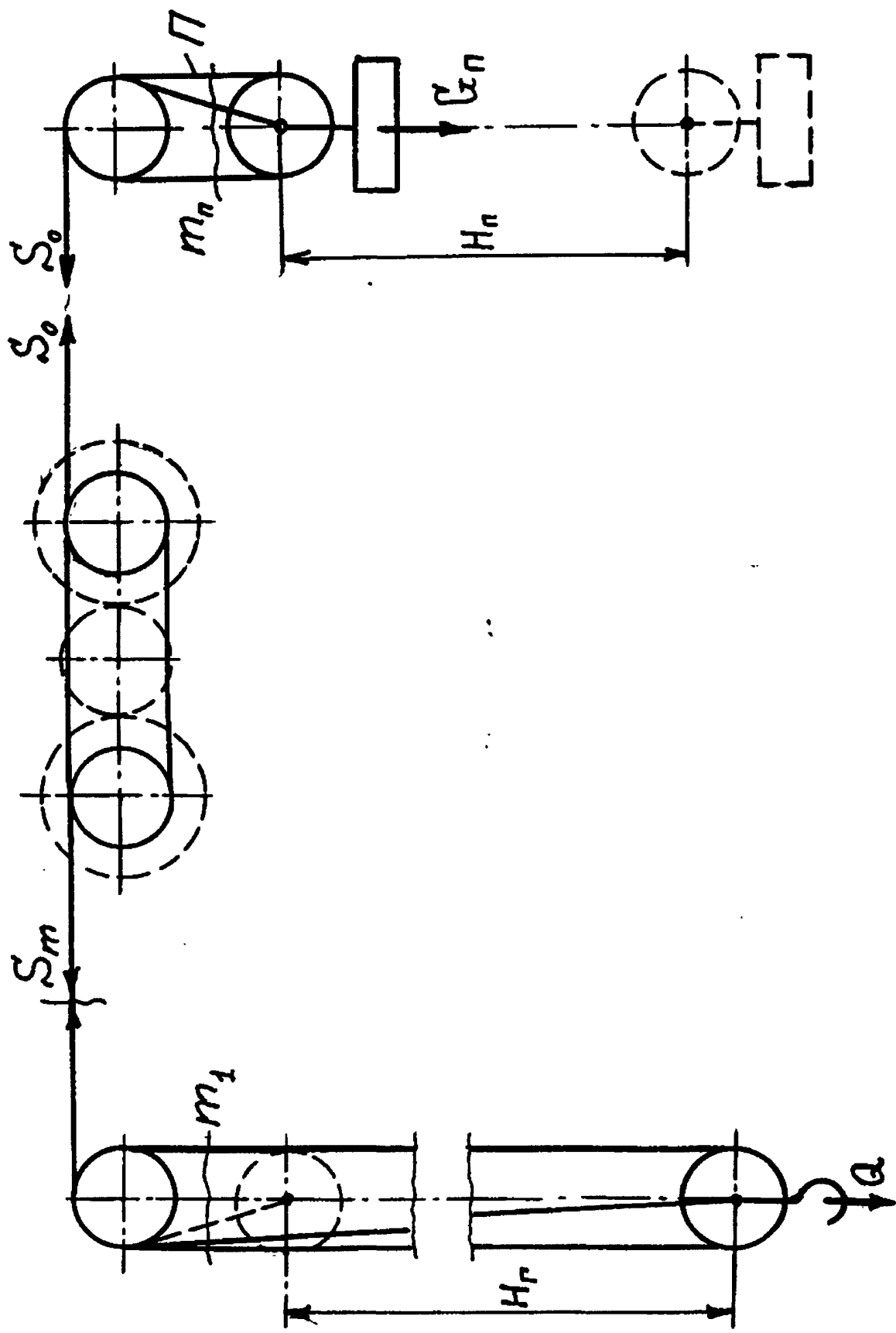


Рис. 8. 18. Схема лебедки с грузовым и канатосборным полиспастами

## 9. Специальные мостовые и металлургические краны

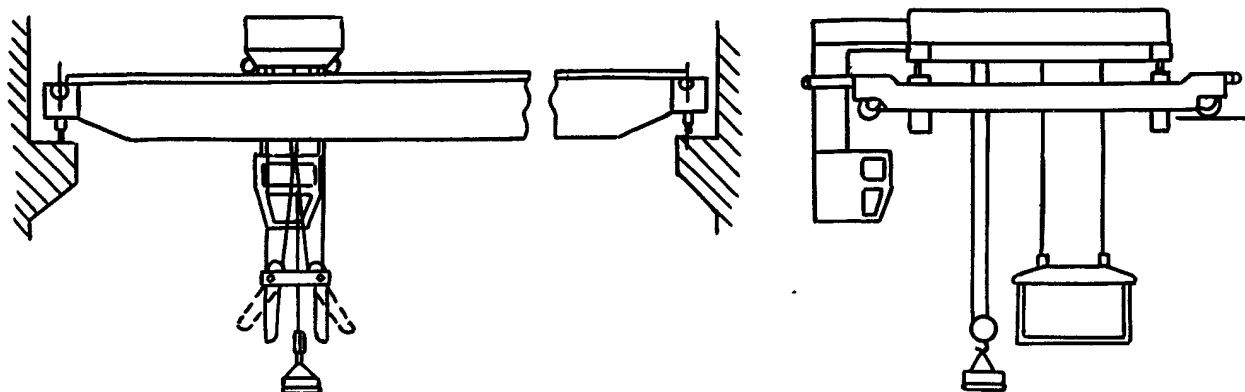


Рис. 9.1. Мульдо-магнитный кран

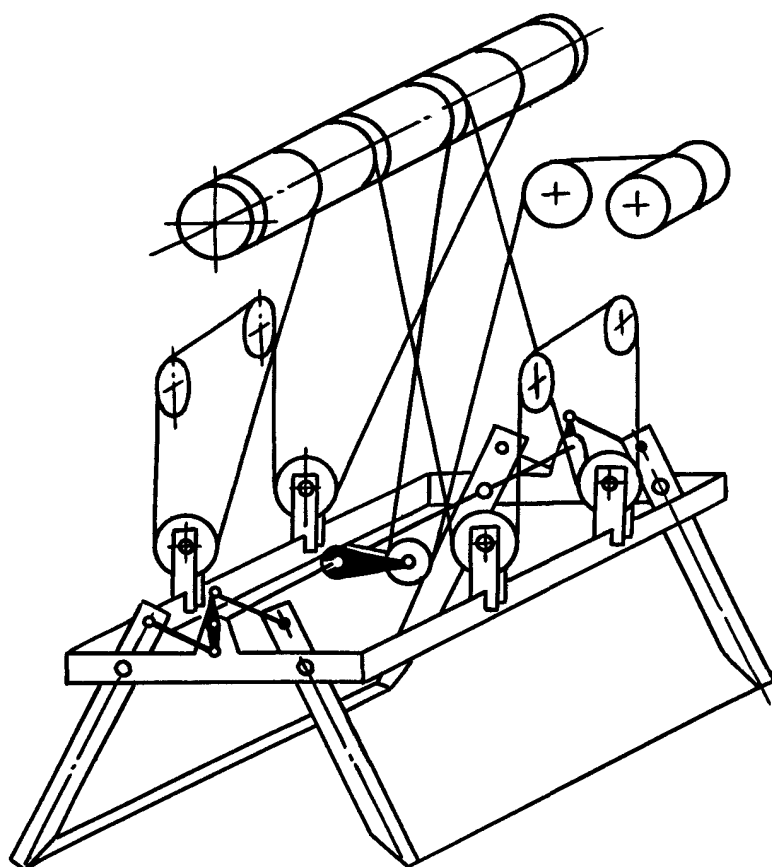


Рис. 9.2. Схема мульдо-захватного устройства



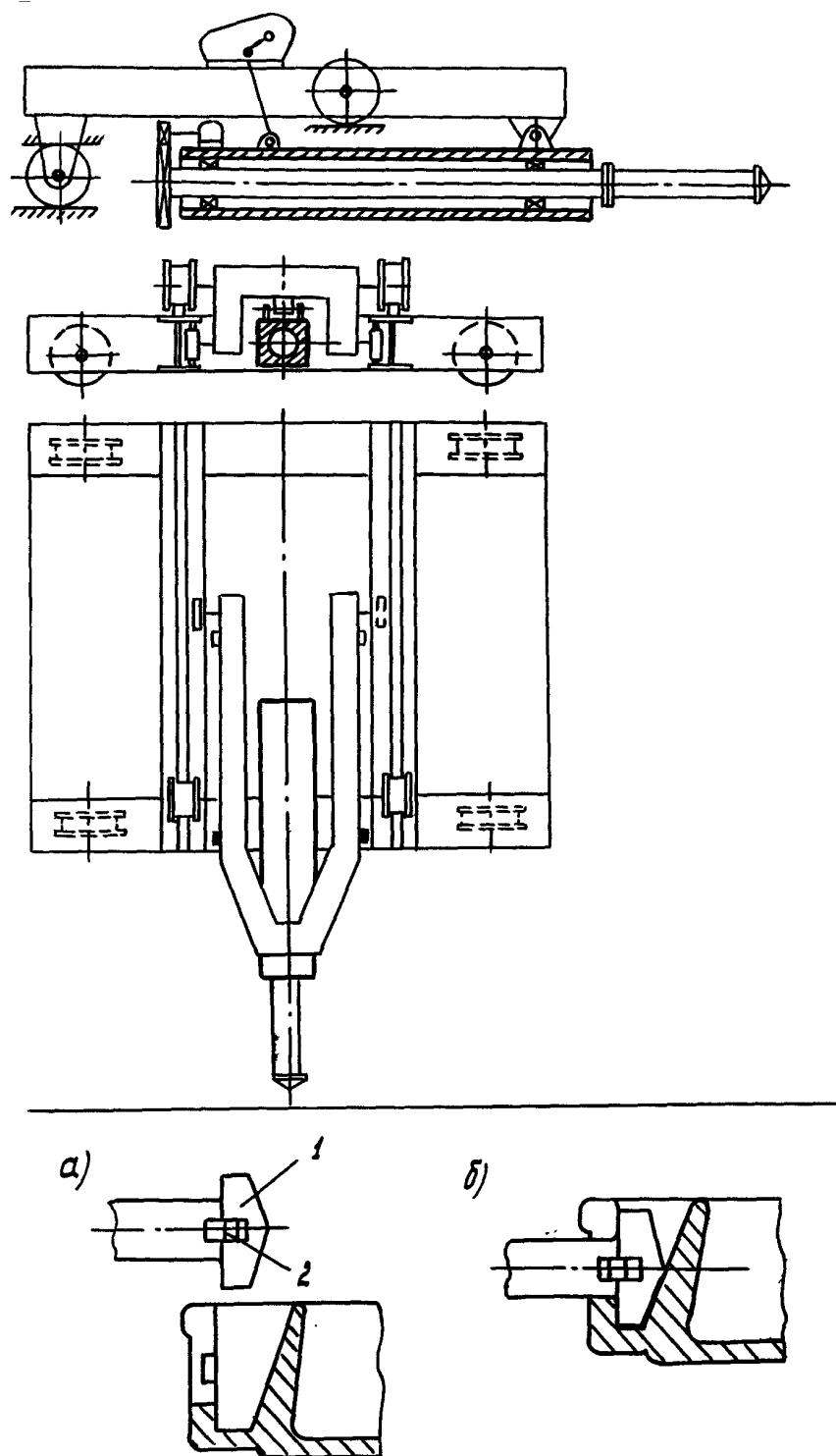


Рис. 9.3. Напольно-завалочная машина;

а - устройство захвата хобота и приемного отверстия мульты;

б - схема сцепления захвата хобота с приемным отверстием мульты

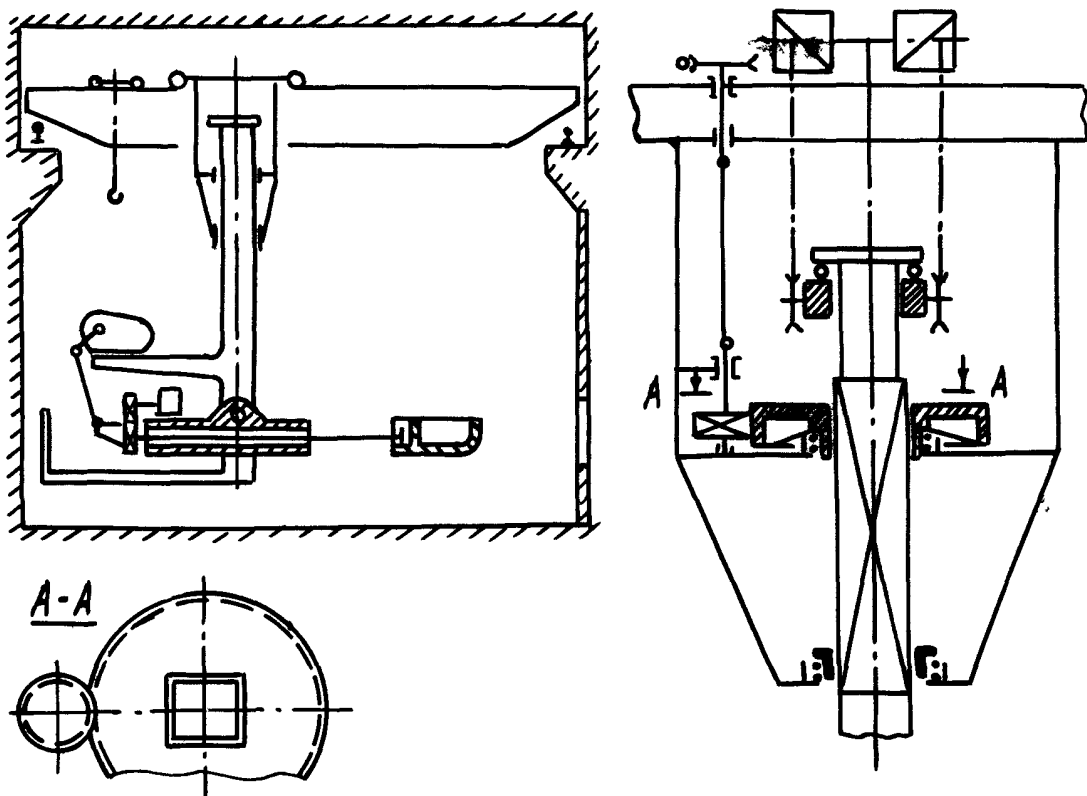


Рис. 9.4. Мульдо-завалочный кран

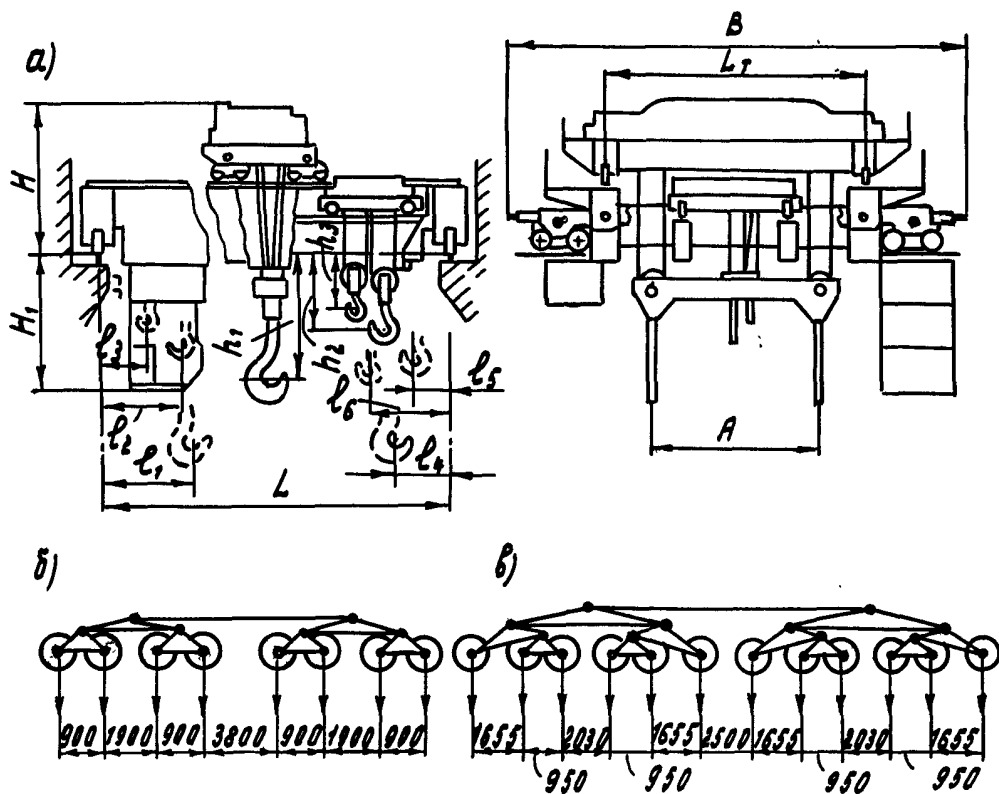


Рис. 9.5. Литейный кран: а - схема крана; б, в - варианты схем балансиров колес механизма передвижения литейного крана

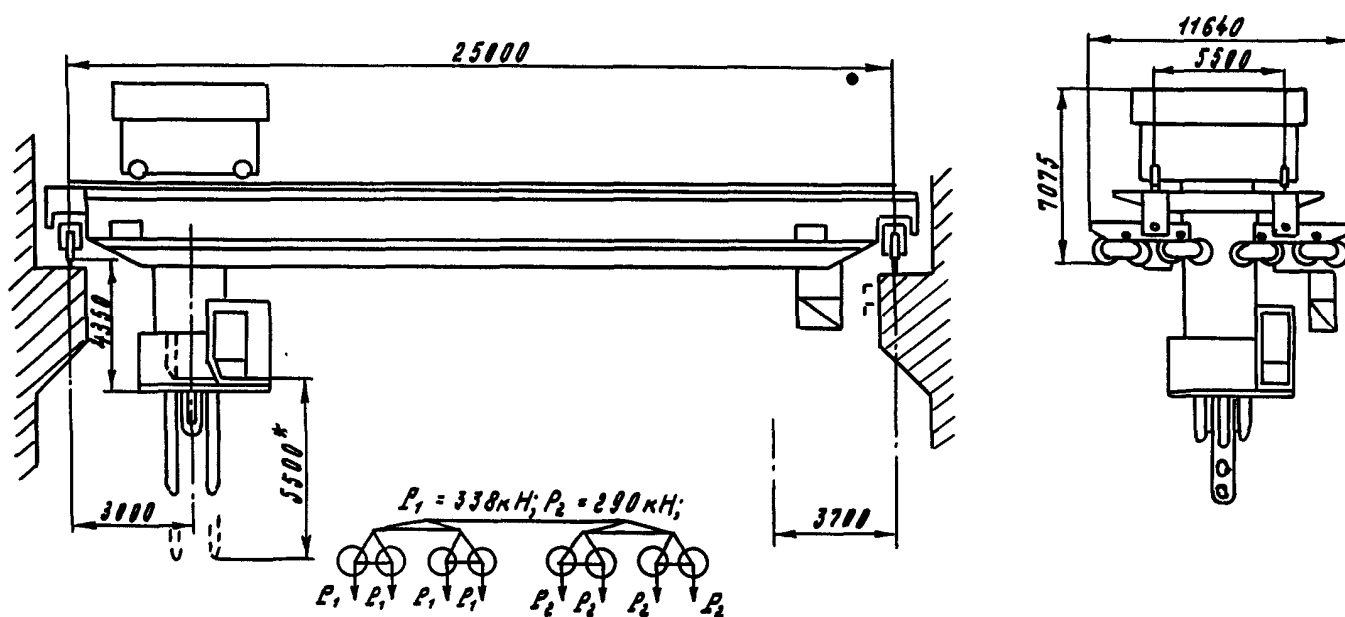


Рис. 9.6. Кран для разделения мартеновских слитков

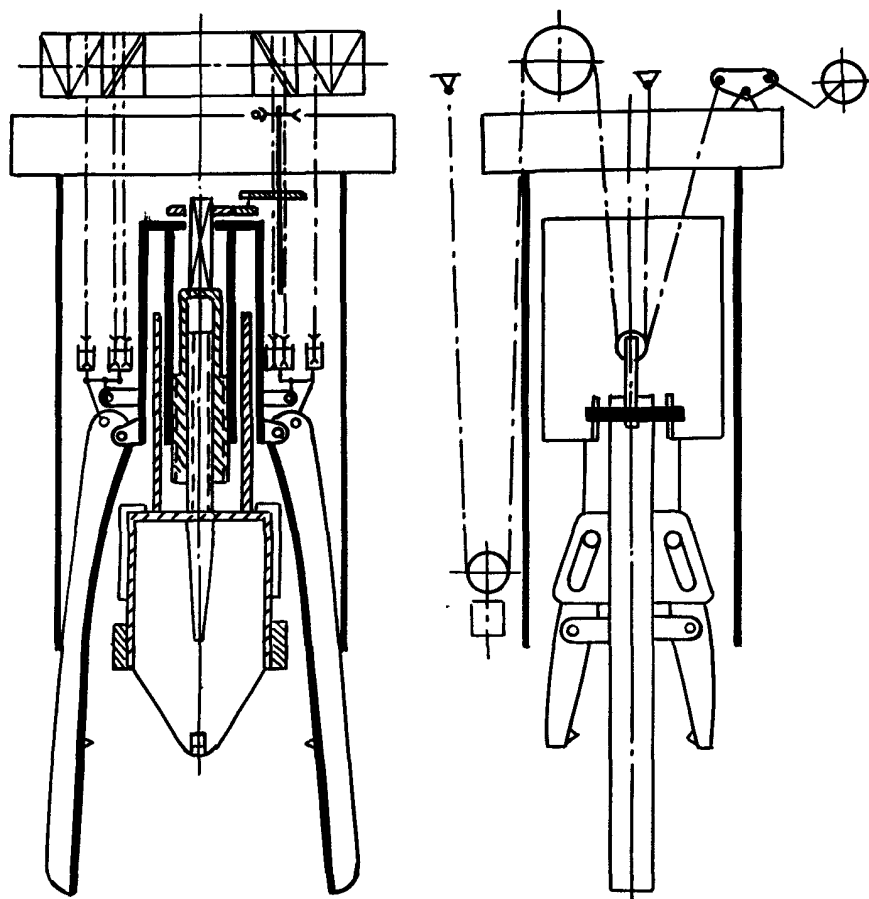


Рис. 9.7. Схема трехоперационного захвата крана для разделения мартеновских слитков

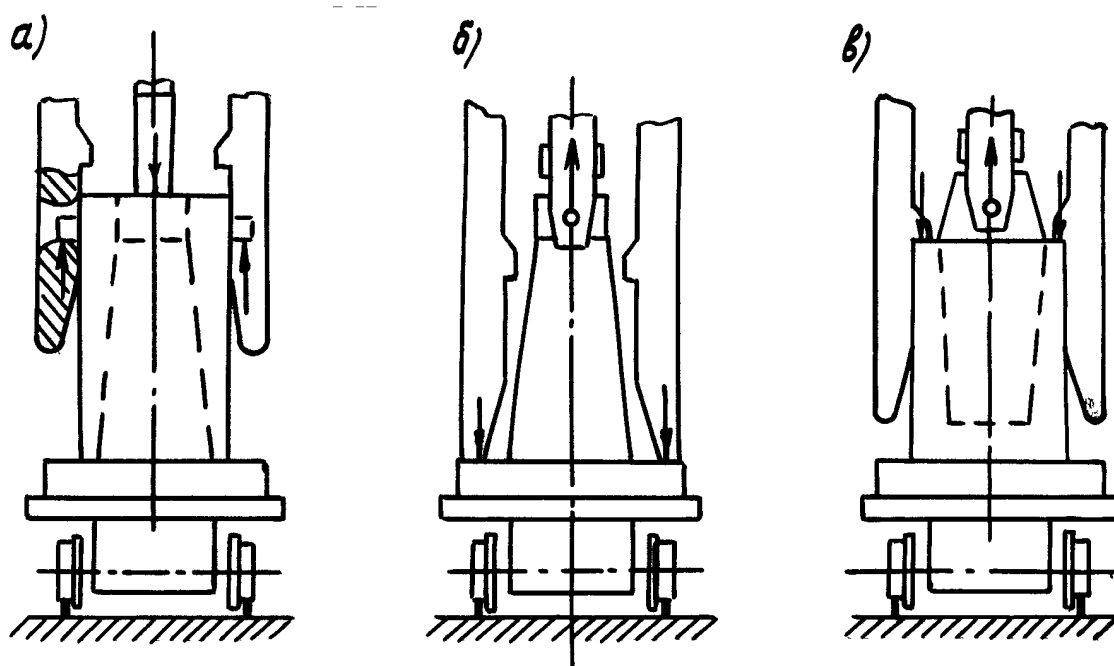


Рис.9.8.Схема основных операций крана для раздевания мартеновских слитков: а,в - отделение изложницы; б - отделение поддона

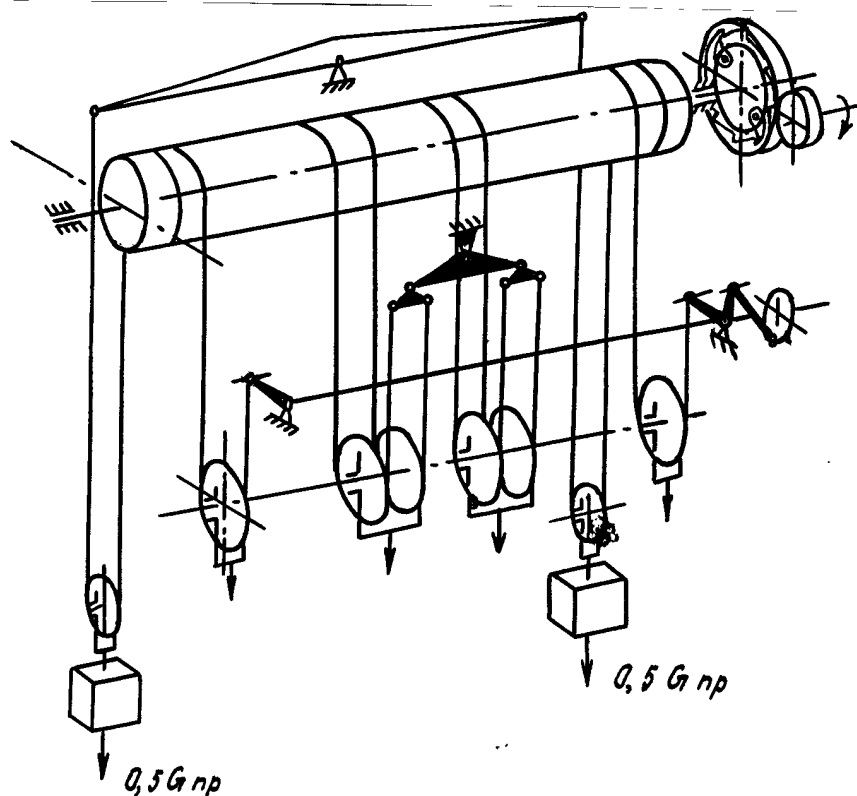


Рис.9.9.Схема механизма главного подъема крана для раздевания мартеновских слитков

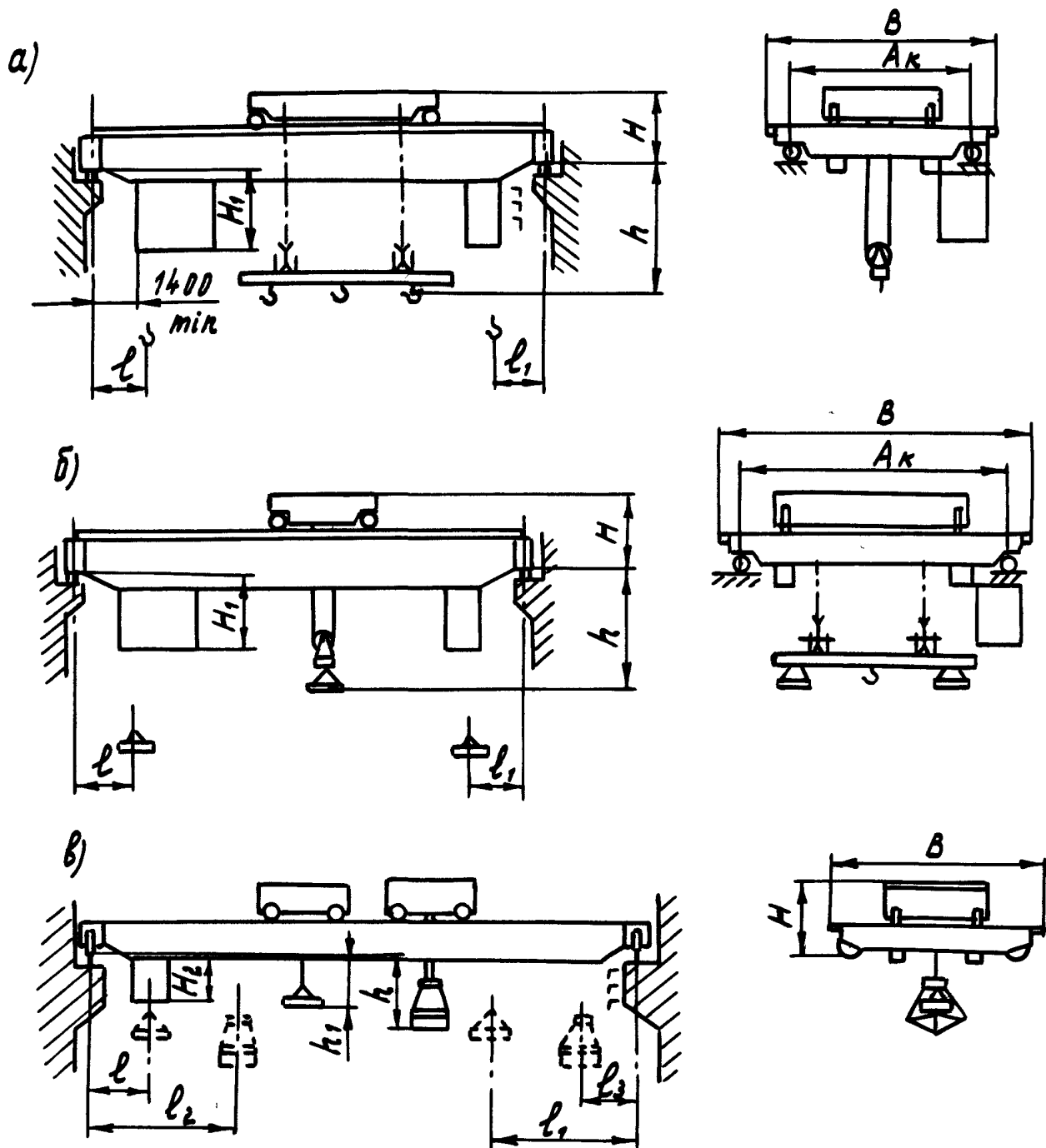


Рис.9.10.Схемы некоторых мостовых кранов металлургического цикла:  
а - кран для перемещения длинномерного проката; б - магнитный кран;  
в - магнитно-грейферный кран

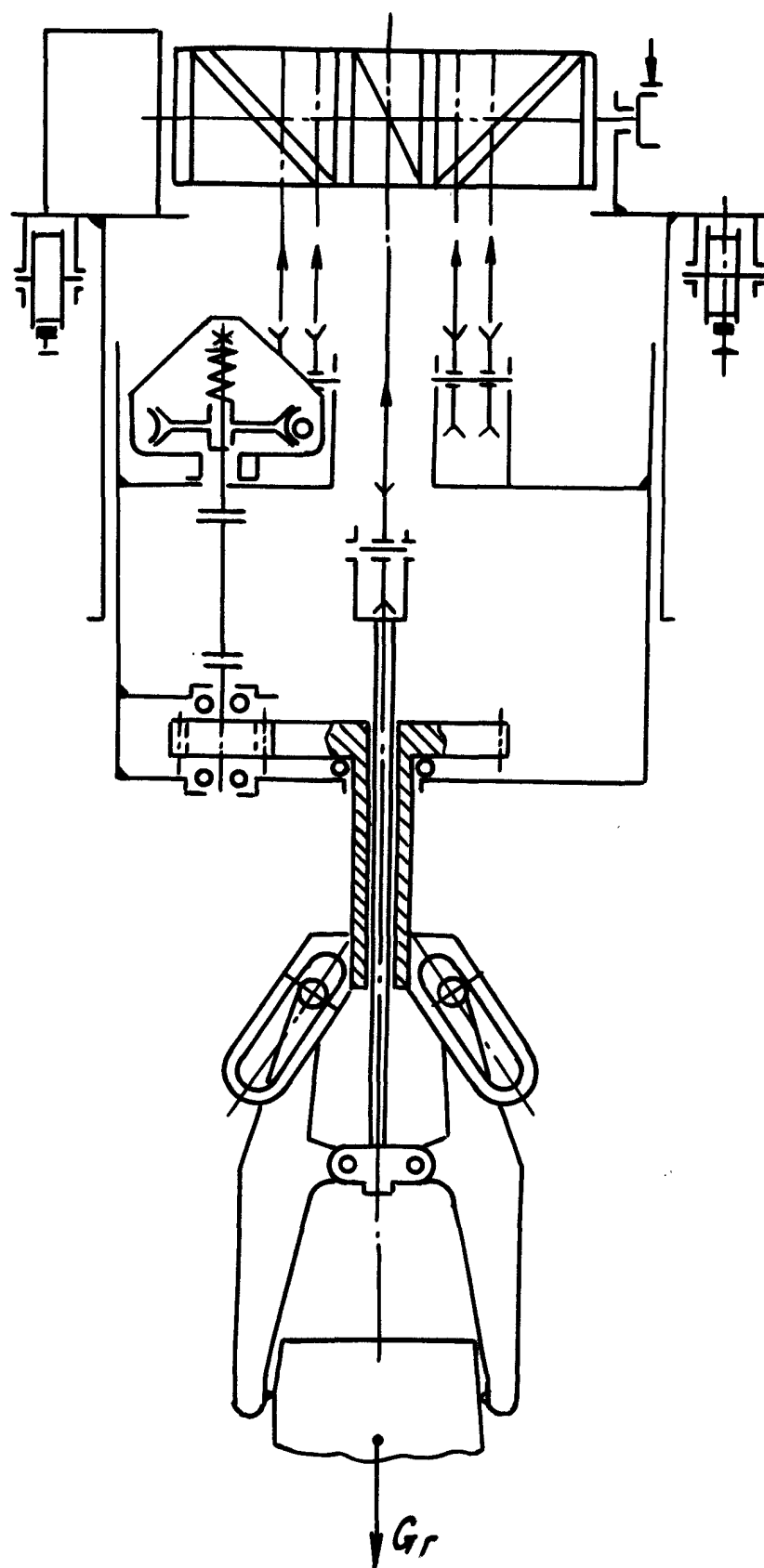


Рис. 9.11. Схема главной тележки колодезного крана

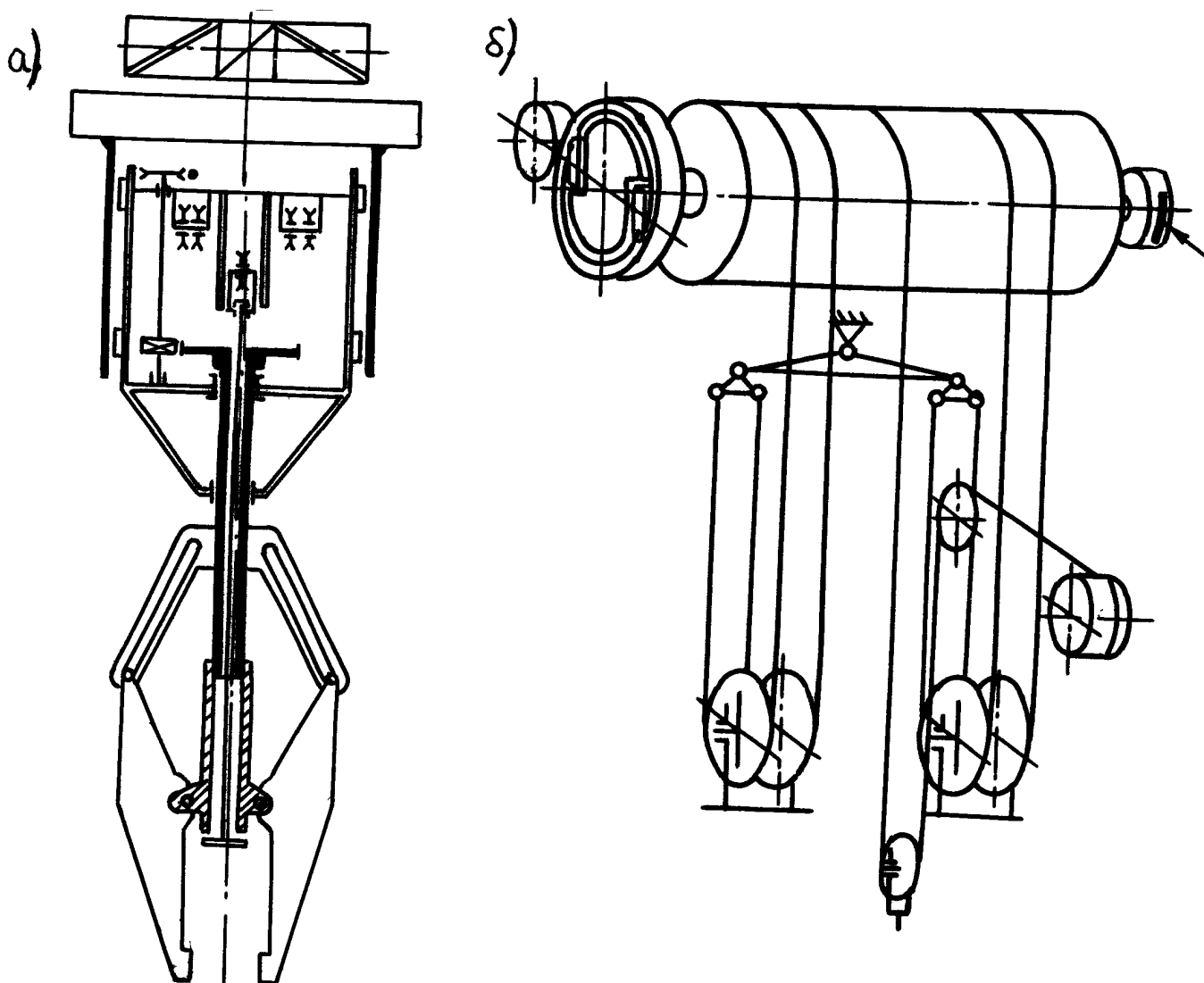


Рис. 9.12. Фрагменты схемы главной тележки колодезного крана: а - схема захвата; б - схема механизма главного подъема

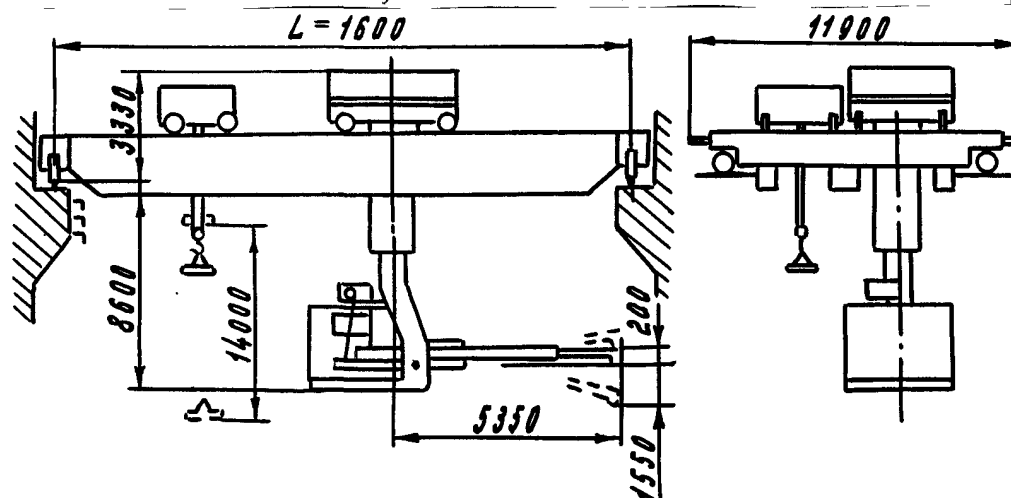


Рис. 9.13. Посадочный кран

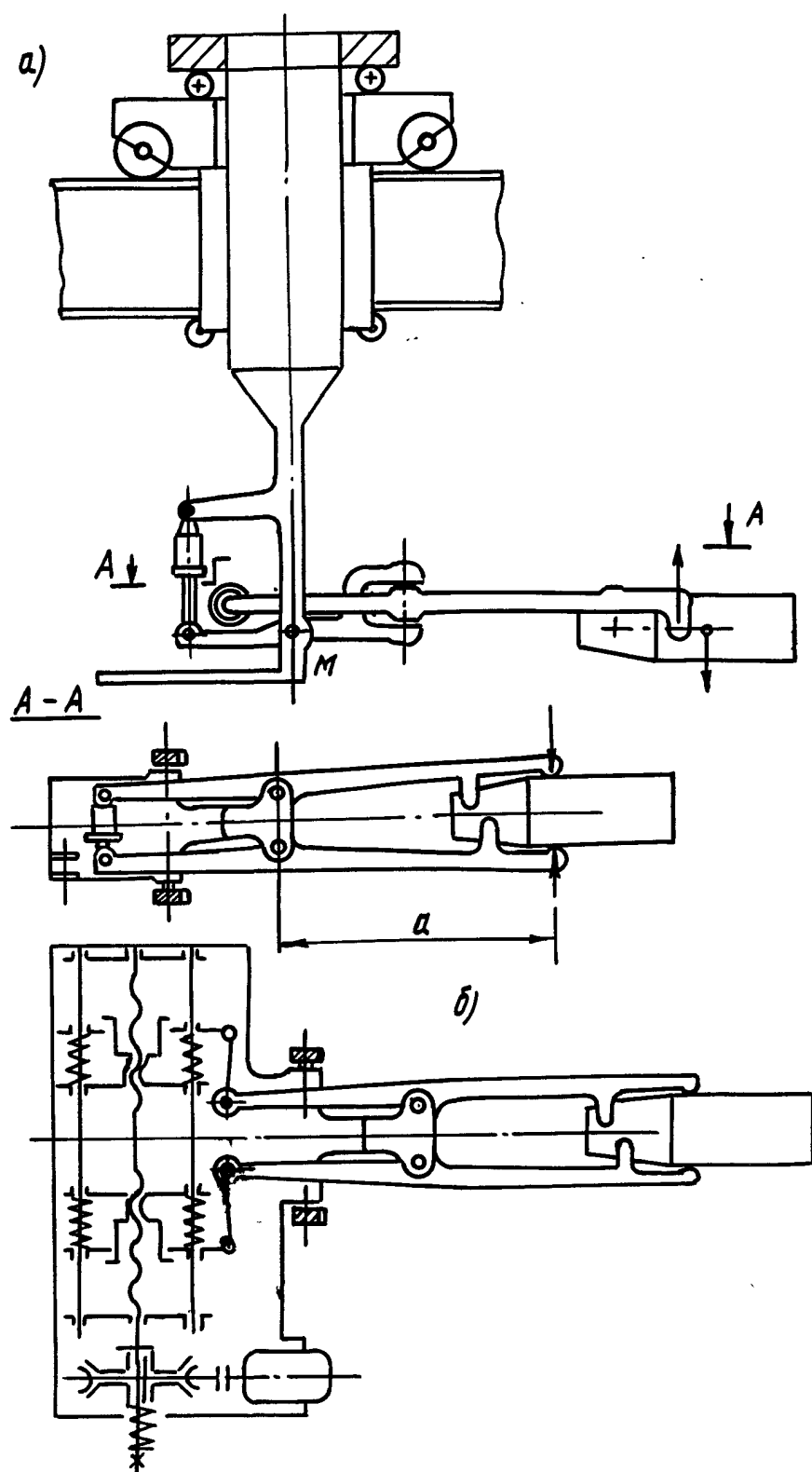


Рис. 9.14. Захват-манипулятор посадочного крана:  
 а - с гидравлическим; б - с механическим управлением захвата



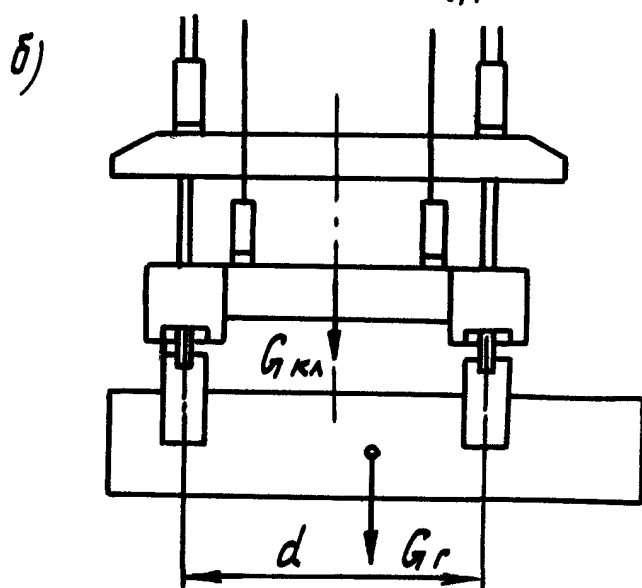
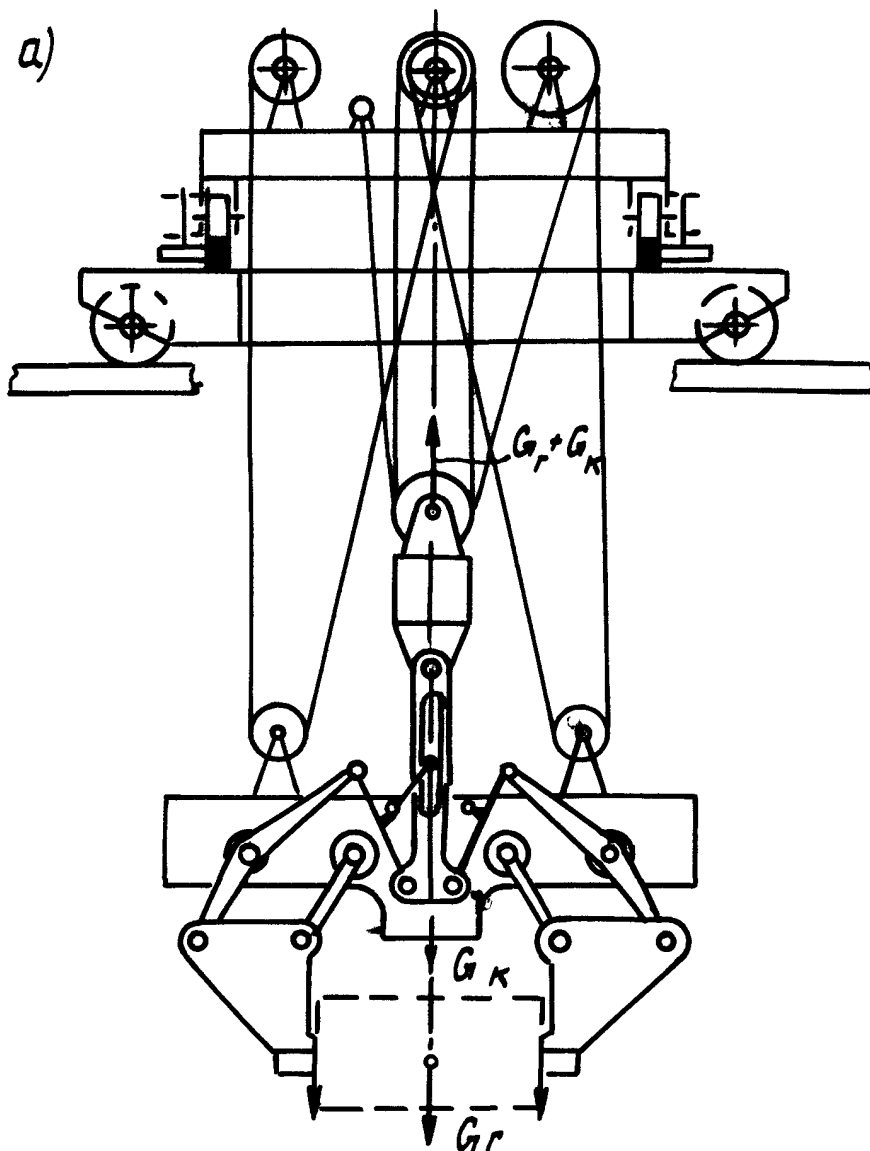


Рис.9.15.Схема крана с управляемыми  
клящами (а) для транспортировки  
слябов (б)

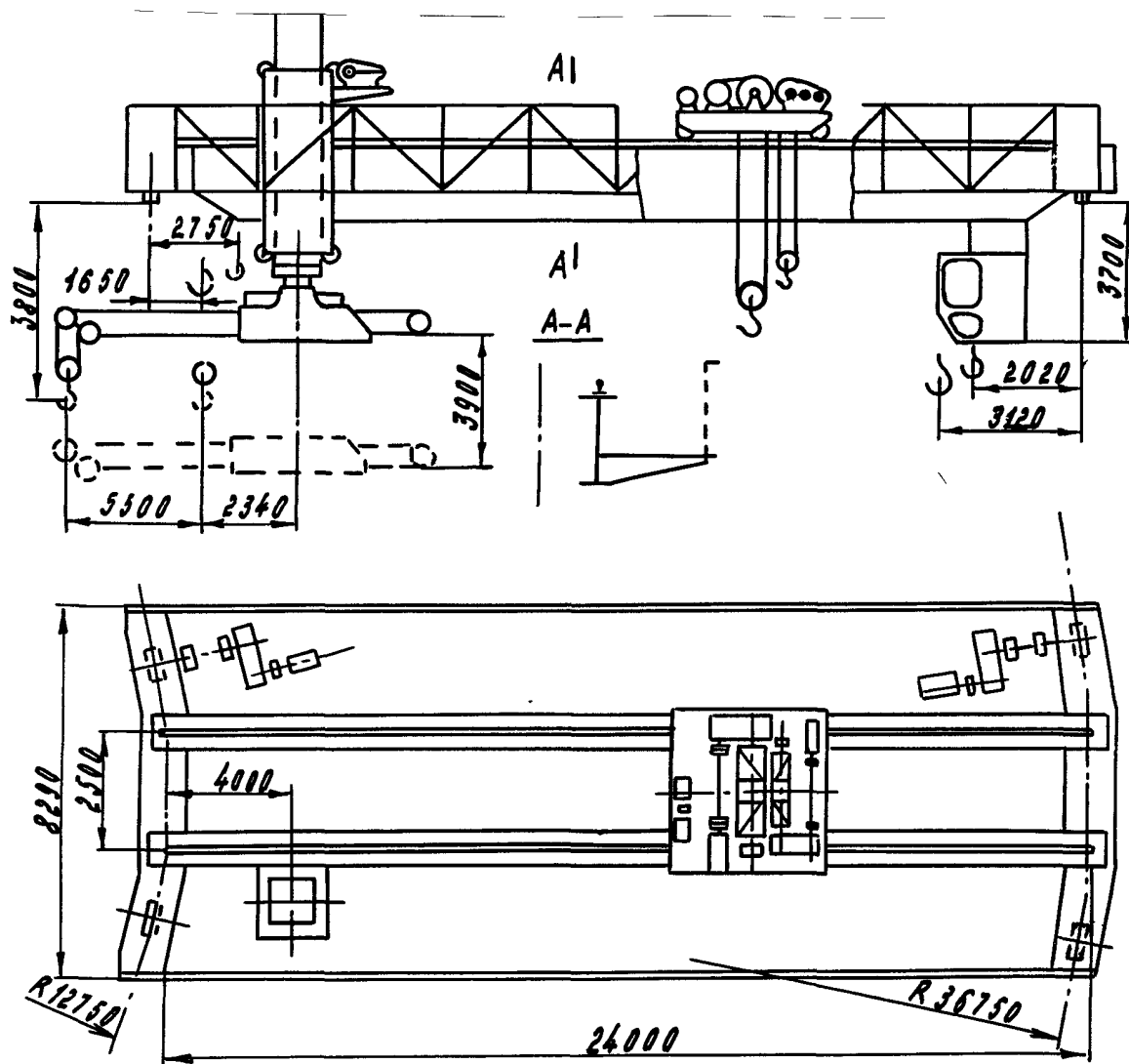


Рис. 9.16. Схема кольцевого крана  
для обслуживания доменной печи

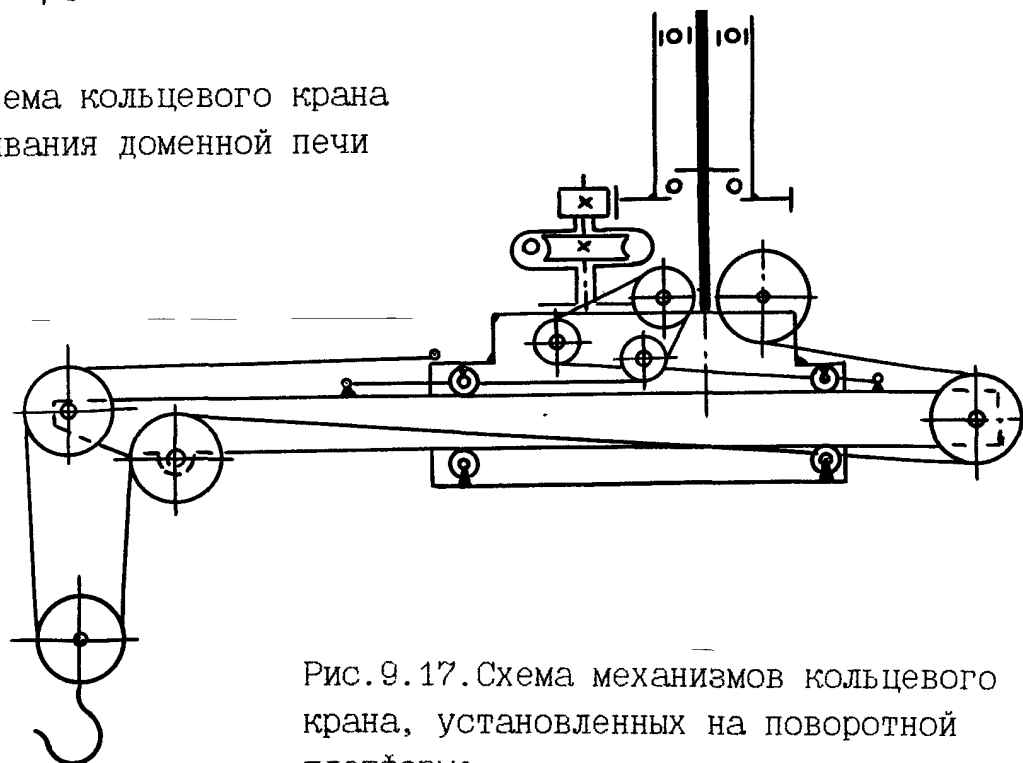


Рис. 9.17. Схема механизмов кольцевого  
крана, установленных на поворотной  
платформе

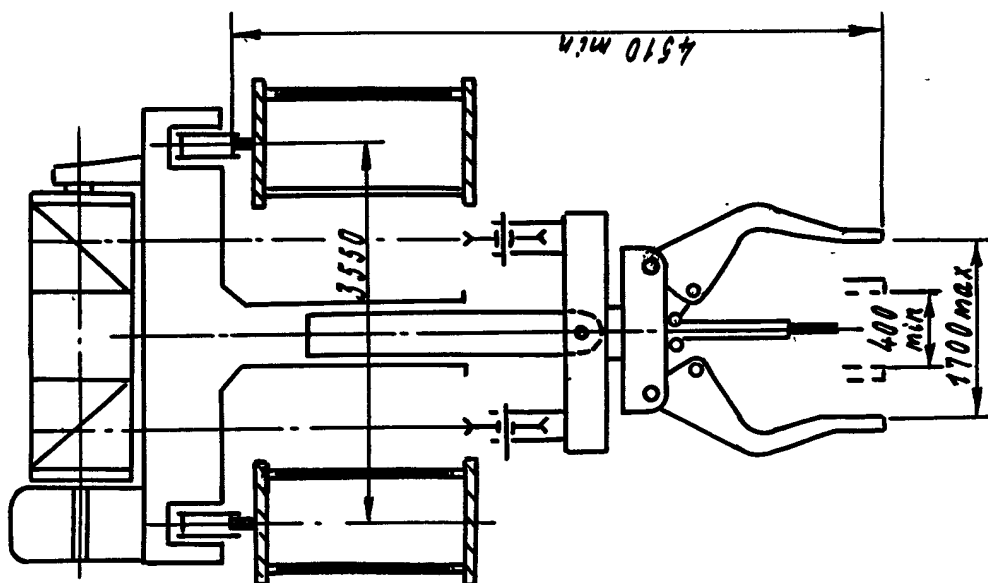


Рис. 9.18. Схема крана для сборки составов изложниц

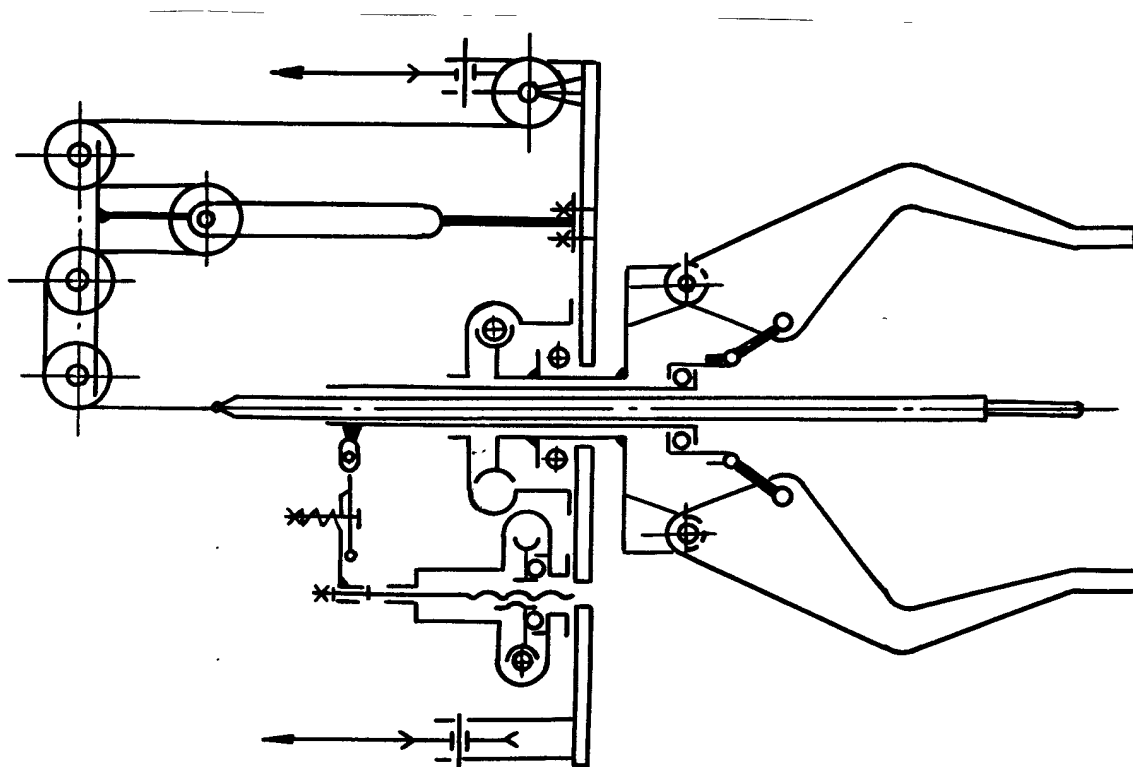


Рис. 9.19. Схема платформы с механизмами крана для сборки составов изложниц

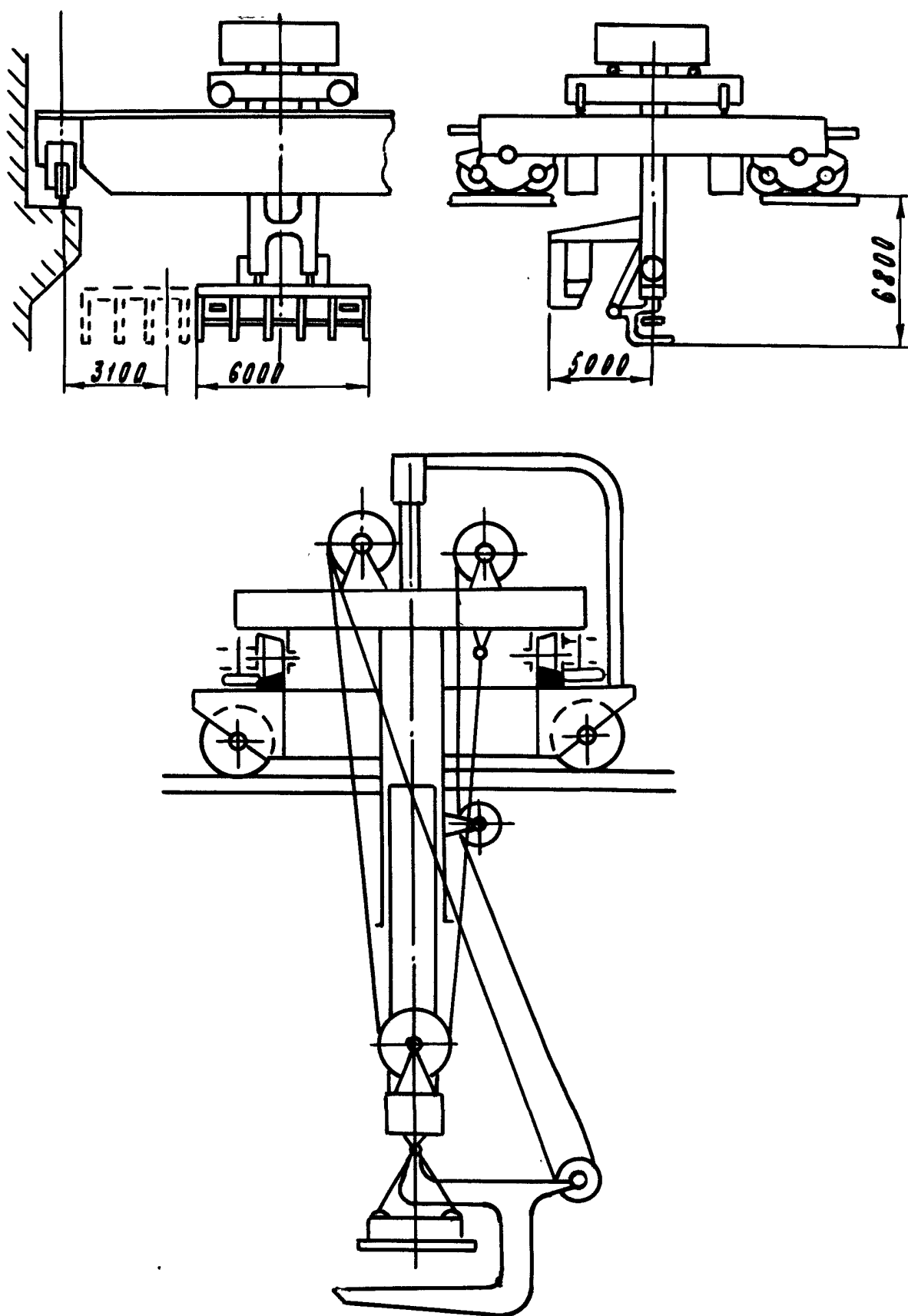


Рис. 9.20. Схема крана с лапами на траверсе

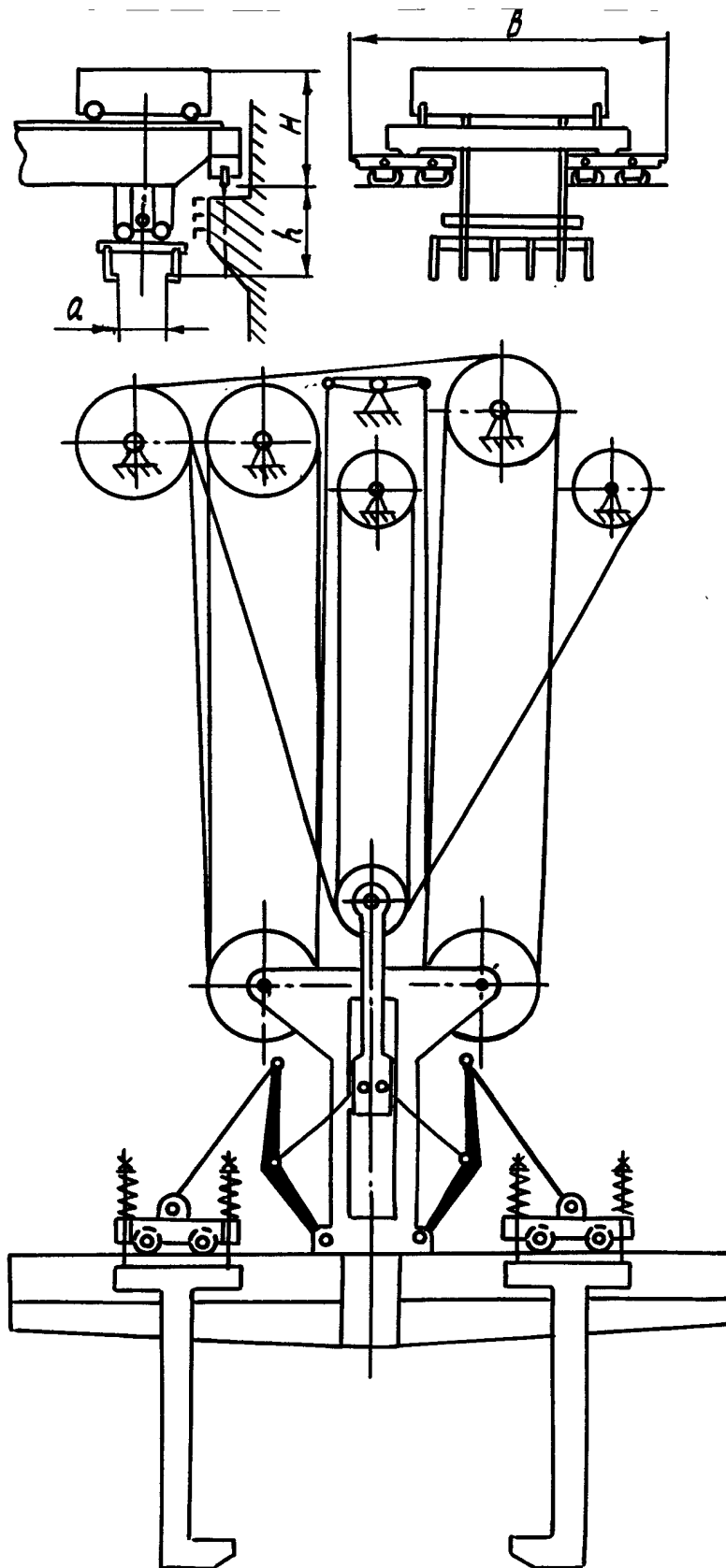


Рис.9.21.Схема крана с управляемыми подхватами

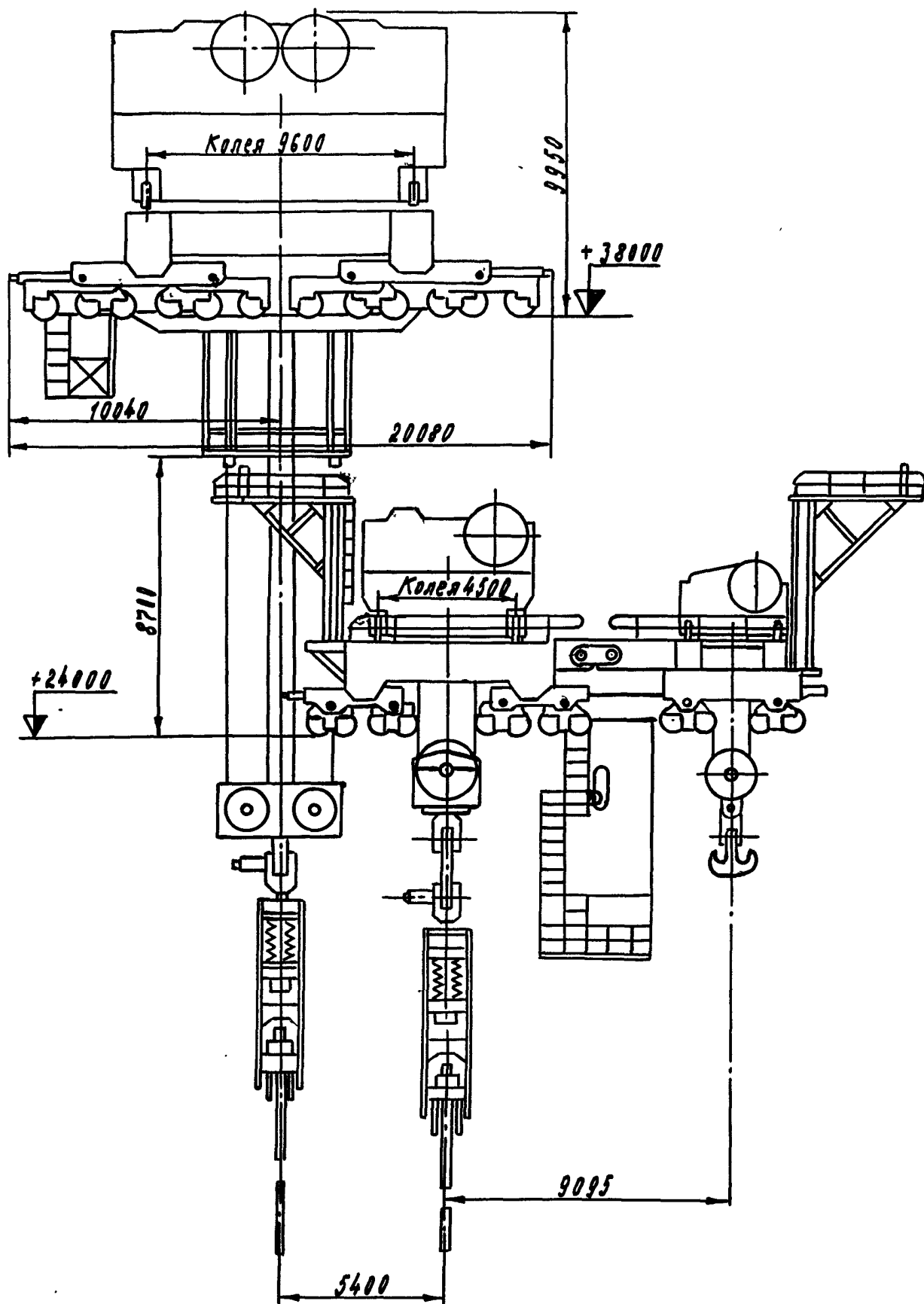


Рис. 9.22. Схема ковочного комплекса кранов  
86

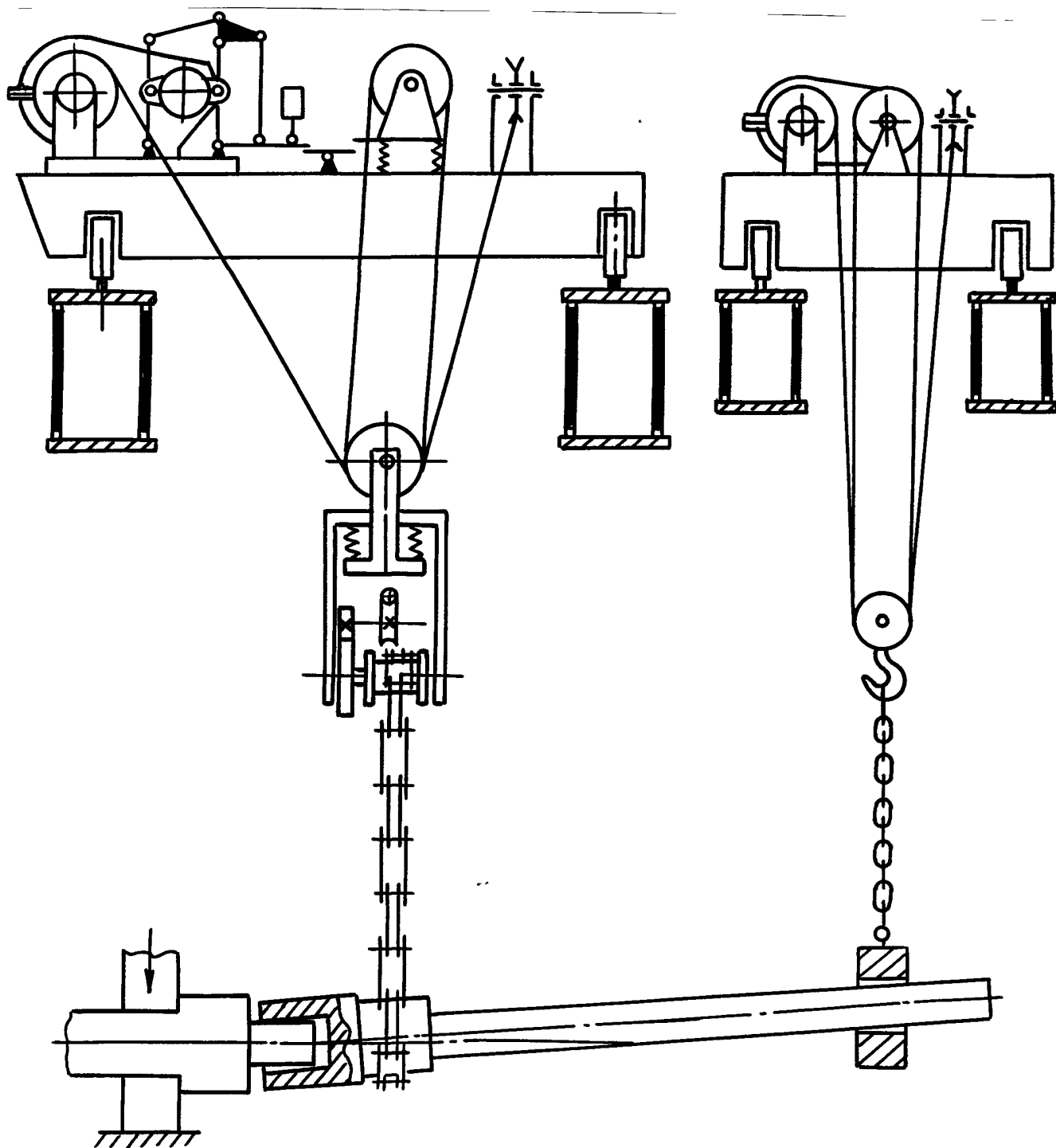


Рис. 9.23. Схема работы тележек ковочного крана

Бортяков Данил Евгеньевич,

Орлов Алексей Николаевич

## ГРУЗОПОДЪЕМНЫЕ МАШИНЫ

Учебное пособие

Корректор М.А.Молчанова

Лицензия ЛР N 020593 от 09.07.92

---

Подписано в печать *17.10.95*. Формат 60x84 1/16. Бумага тип. No 3.  
Печать офсетная. Усл. печ. л. *5,5*. Уч.-изд. л. *5,5*. Тираж *100*.  
Заказ *589*. *С269*

---

Санкт-Петербургский государственный технический университет.

Издательско-полиграфический центр СПбГТУ.

Адрес университета и ИПП: 191251, Санкт-Петербург, Политехническая, 29.