

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«Санкт-Петербургский государственный университет  
промышленных технологий и дизайна»  
Высшая школа технологии и энергетики  
Кафедра основ конструирования машин**

# **ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

## **ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫЕ МАШИНЫ**

**Самостоятельная работа  
и контрольные задания**

Методические указания для студентов заочной формы обучения  
по направлению подготовки  
15.03.02 — Технологические машины и оборудование

Составители:  
В. М. Гребенникова  
М. В. Аввакумов

Санкт-Петербург  
2024

Утверждено  
на заседании кафедры ОКМ  
23.04.2024 г., протокол № 8

Рецензент В. И. Сидельников

Методические указания соответствуют программам и учебным планам дисциплины «Основы проектирования» для студентов, обучающихся по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование».

В методических указаниях приведены вопросы для самопроверки, необходимые при подготовке к зачету, экзамену, а также даны задания к контрольной работе по подъемно-транспортным машинам.

Методические указания предназначены для бакалавров заочной формы обучения.

Утверждено Редакционно-издательским советом ВШТЭ СПбГУПТД в качестве  
методических указаний

Режим доступа: [http://publish.sutd.ru/tp\\_get\\_file.php?id=202016](http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=202016), по паролю.  
- Загл. с экрана.

Дата подписания к использованию 04.06.2024 г. Рег. № 5007/24

Высшая школа технологии и энергетики СПб ГУПТД  
198095, СПб., ул. Ивана Черных, 4.

© ВШТЭ СПбГУПТД, 2024

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
1. ГРУЗОПОДЪЕМНЫЕ МАШИНЫ.....	4
1.1. Обзор конструкций и характеристики грузоподъемных машин.....	4
1.2. Детали и узлы грузоподъемных машин.....	5
Грузозахватные приспособления.....	5
Гибкие органы. Полиспасты. Блоки и барабаны .....	5
Остановы и тормоза .....	6
1.3. Механизмы грузоподъемных машин .....	7
Привод грузоподъемных машин.....	7
Механизмы подъема груза .....	7
Механизмы передвижения .....	8
Механизмы поворота .....	8
Механизмы изменения вылета.....	9
1.4. Приборы безопасности .....	9
2. ТРАНСПОРТИРУЮЩИЕ МАШИНЫ .....	9
2.1. Транспортирующие машины с тяговым органом .....	9
Ленточные конвейеры .....	10
Цепные конвейеры .....	10
Элеваторы .....	11
2.2. Транспортирующие машины без тягового органа.....	11
КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ОСНОВАМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ.....	12
ВОПРОСЫ К КОНТРОЛЬНЫМ ЗАДАНИЯМ.....	13
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	21
ПРИЛОЖЕНИЕ .....	22

## **ВВЕДЕНИЕ**

При изучении дисциплины «Основы проектирования» следует обратить внимание на применение подъемно-транспортных устройств в целлюлозно-бумажной промышленности. Надо знать назначение и устройство грузоподъемных и транспортирующих машин, уметь подбирать необходимые машины для механизации производственных процессов.

Необходимо усвоить главные параметры и технико-экономические показатели подъемно-транспортных машин; технику безопасности при эксплуатации этих машин; нормы и правила Ростехнадзора, современные направления при проектировании подъемно-транспортных машин.

### **Вопросы по курсу «Основы проектирования» для самопроверки**

1. Каково значение подъемно-транспортных машин в ЦБП?
2. Укажите примеры применения подъемно-транспортных машин.
3. Чем характеризуются грузоподъемные машины и транспортирующие машины?
4. Каковы основные параметры подъемно-транспортных машин?
5. Каковы нормы и правила Ростехнадзора в отношении подъемно-транспортных машин?
6. Какие основные требования предъявляются к современным подъемно-транспортным машинам при их проектировании?

## **1. ГРУЗОПОДЪЕМНЫЕ МАШИНЫ**

### **1.1. Обзор конструкций и характеристики грузоподъемных машин**

При изучении данной темы следует ознакомиться с классификацией грузоподъемных машин и характеристикой их режимов работы по правилам Ростехнадзора. Необходимо также обратить внимание на особенности работы грузоподъемных машин при повторно-кратковременном режиме и, соответственно, на определение расчетных нагрузок с учетом режима работы.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Какие различают виды грузоподъемных машин по назначению, устройству, принципу действия и типу привода?
2. Что такое продолжительность включения механизма ПВ, %?
3. Какие различают режимы эксплуатации грузоподъемных машин и каковы характеристики этих режимов?
4. В чем особенности работы грузоподъемных машин при повторно-кратковременном режиме?
5. Как учитывается режим работы грузоподъемных машин при определении расчетных нагрузок?

## 1.2. Детали и узлы грузоподъемных машин

### Грузозахватные приспособления

Необходимо изучить: разновидности крюков, грузовых петель, клещевых захватов, грейферов, ковшей и подъемных электромагнитов и области их применения: материал крюков, требования техники безопасности к грузоподъемным приспособлениям; подбор крюков по ГОСТу; конструкции крюковой обоймы.

#### Вопросы для самопроверки

1. Какие различают виды крюков?
2. Когда применяют однорогие и двурогие крюки?
3. Из какого металла изготавливаются крюки?
4. Как подбираются крюки по ГОСТам?
5. Какие различают виды грузовых петель и как они устроены?
6. Как устроена крюковая обойма?
7. Как устроены и когда применяются клещевые захваты, ковши, бады, грейферы и подъемные электромагниты?

### Гибкие органы. Полиспасты. Блоки и барабаны

При изучении гибких органов надо усвоить следующие вопросы: разновидности подъемных канатов и цепей, их конструкция и области применения; расчеты канатов на прочность и подбор их по ГОСТам; нормы Росгортехнадзора при расчете канатов и цепей.

Изучая полиспасты, блоки и барабаны, необходимо овладеть соответствующими знаниями по следующим вопросам: устройство, разновидности и области применения блоков, полиспастов, барабанов; расчетные зависимости для полиспастов и определение натяжения каната; КПД блоков, полиспастов, барабанов, материал и конструкции блоков, барабанов; способы закрепления концов каната на барабане; определение диаметра барабана по нормам Росгортехнадзора; геометрические размеры барабанов, блоков; расчет барабана на прочность.

#### Вопросы для самопроверки

1. Какова конструкция стальных канатов и какие основные виды их различают по ГОСТу?
2. Каковы достоинства и недостатки стальных канатов различных конструкций?
3. Какое влияние оказывают толщина проволоки и диаметр блока или барабана на прочность стального каната?
4. Как рассчитывают и подбирают по ГОСТам стальные канаты?
5. Какие нормы запасов прочности при расчете стальных канатов рекомендуются Росгортехнадзором?

6. Как устроены сварные цепи? Какие различают виды их и где они применяются?
7. Каковы достоинства и недостатки сварных цепей?
8. Как устроены пластинчатые грузовые цепи? Где они применяются и каковы их достоинства и недостатки?
9. Как устроены блоки для канатов и из какого материала они изготавливаются?
10. Как определяется диаметр блока?
11. Для чего служат полиспасты и их виды?
12. Каковы достоинства и недостатки сдвоенных полиспастов по сравнению с простыми? Где применяют полиспасты?
13. Как определяют усилия и скорости в канатах полиспаста?
14. Как определяется КПД полиспаста?
15. Как устроены барабаны и из каких материалов они изготавливаются?
16. Как закрепляют на барабане канаты?
17. Каковы нормы Росгортехнадзора для определения диаметра барабана или блока?
18. Как рассчитывается стенка барабана?

### **Остановы и тормоза**

Здесь необходимо изучить: остановки зубчатые (храповые) и фрикционные, их конструкции и области применения; тормоза колодочные, ленточные, дисковые, грузоупорные; их разновидности, устройство, область применения и материал отдельных частей; расчеты тормозов и их деталей; нормы Росгортехнадзора к тормозным устройствам.

#### **Вопросы для самопроверки**

1. Для чего служат остановки? Как они устроены, как работают и где применяются?
2. Для чего служат тормоза? Как их различают по конструкции, характеру работы, роду силы торможения, принципу действия и по способу управления?
3. Как определяется расчетный тормозной момент?
4. Какие различают виды колодочных тормозов? Как они устроены и как работают?
5. Каковы достоинства и недостатки колодочных тормозов? Где применяют эти тормоза?
6. Какие различают виды ленточных тормозов? Как они устроены и как работают?
7. Каковы достоинства и недостатки ленточных тормозов?
8. Где применяют простой, дифференциальный и суммирующий ленточные тормоза?
9. Как устроены и работают дисковые тормоза, где они применяются?

## **1.3. Механизмы грузоподъемных машин**

### **Привод грузоподъемных машин**

В этой теме необходимо ознакомиться с классификацией и характерными особенностями различных типов приводов грузоподъемных машин: электропривод, области его применения и крановые электродвигатели; ручной привод и области его применения.

#### **Вопросы для самопроверки**

1. Какие виды приводов применяются в грузоподъемных машинах?
2. В каких грузоподъемных машинах применяют электрический и ручной приводы?
3. Какими преимуществами обладает электропривод по сравнению с другими приводами?
4. Какие электродвигатели применяют в грузоподъемных машинах?

### **Механизмы подъема груза**

В данной теме прежде всего необходимо ознакомиться со схемами механизмов подъема с механическим приводом и со схемами соединения барабана с редуктором. Затем нужно усвоить следующие вопросы: определение пускового момента при подъеме груза, определение тормозного момента, времени пуска и торможения; определение мощности при установившемся движении; выбор двигателя и проверка его по величине пускового момента; определение передаточного числа механизма подъема с механическим приводом.

#### **Вопросы для самопроверки**

1. Какие различают схемы механизмов подъема с механическим приводом?
2. Как соединяется барабан с редуктором?
3. Как определяют пусковой и тормозной моменты для механизма подъема; ускорение при пуске и торможении?
4. Что такое коэффициенты перегрузки электродвигателя в период пуска?
5. Как определяется мощность электродвигателя механизма подъема груза и как подбирается электродвигатель по каталогу?
6. Как производится проверка выбранного по каталогу электродвигателя по величине пускового момента?
7. Как определяется передаточное число механизма подъема груза с механическим приводом?

## **Механизмы передвижения**

В этой теме следует изучить следующие вопросы: схемы механизмов передвижения с ручным и механическим приводом, области их применения; конструкция, материал и расчет ходовых колес; рельсы, их разновидности; сопротивление передвижению и определение пускового и тормозного моментов; определение мощности и выбор двигателя: определение передаточного числа механизмов передвижения с ручным и механическим приводом; области применения и особенности расчета механизмов передвижения с раздельным приводом и механизмов, расположенных отдельно от перемещаемого объекта.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Какие различают схемы механизмов передвижения с ручным и механическим приводом?
2. Как устроены крановые колеса? Из какого материала они изготавливаются и как рассчитываются?
3. Какие различают типы рельсов для рельсовых путей грузоподъемных машин и как определяются размеры рельсов?
4. Как определяется момент сопротивления движению грузоподъемных машин и какие при этом учитываются сопротивления?
5. Как определяется мощность электродвигателя механизмов передвижения грузоподъемных машин и как выбираются двигатели?
6. Как определяется передаточное число механизмов передвижения с механическим приводом?
7. Где применяют механизмы передвижения с раздельным приводом?

## **Механизмы поворота**

При изучении данной темы необходимо усвоить: схемы механизма поворота с ручным и механическим приводом; определение сопротивления повороту крана; определение мощности и выбор двигателя; конструкции и расчет опор поворотной части крана; противовесы, их назначение и определение веса противовеса.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Какие различают схемы механизмов поворота с ручным и механическим приводом?
2. Как определяется момент сопротивления повороту крана?
3. Как определяется мощность электродвигателя механизма поворота крана и как подбирается этот двигатель?
4. Как устроены опоры поворотной части крана и как эти опоры рассчитываются?
5. Для чего и где применяется противовес и как определяется вес его?

## **Механизмы изменения вылета**

В данной теме необходимо изучить схемы механизмов изменения вылета; области применения этих механизмов и основные расчетные зависимости.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Какие различают схемы механизмов изменения вылета кранов?
2. В каких кранах применяются механизмы изменения вылета?
3. Каковы основные расчетные зависимости механизмов изменения вылета?

## **1.4. Приборы безопасности**

По данной теме следует изучить ограничители высоты подъема крюка, грузоподъемности, передвижения тележки и моста, а также поворота стрелы и ознакомиться с конечными выключателями и противоугонными устройствами.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Где применяют ограничители высоты подъема крюка, грузоподъемности, передвижения тележки и моста, поворота стрелы?
2. Как устроены и где применяются конечные выключатели и противоугонные устройства?

## **2. ТРАНСПОРТИРУЮЩИЕ МАШИНЫ**

При изучении транспортирующих машин необходимо ознакомиться с их классификацией и характерными особенностями работы.

### **Вопросы для самопроверки**

1. На какие основные виды подразделяются транспортирующие машины?
2. Какие различают транспортирующие машины с тяговым органом и без тягового органа?
3. Каковы характерные особенности работы транспортирующих машин?

### **2.1. Транспортирующие машины с тяговым органом**

Назначение транспортирующих машин с тяговым органом, основные параметры, определение их производительности.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Где применяют транспортирующие машины с тяговым органом? Каковы основные параметры этих машин?
2. Что представляют собой плотность (объемная масса) и угол естественного откоса материала?
3. Какова зависимость между скоростью движения тягового органа и видом груза?
4. Как определяется объемная, весовая и штучная производительность транспортирующих машин с тяговым органом?

## **Ленточные конвейеры**

При изучении ленточных конвейеров необходимо основное внимание обратить на следующие вопросы: схемы, устройство и области применения стационарных и передвижных конвейеров; загрузочные и разгрузочные устройства и их назначение; натяжные устройства, их типы и способы установок; ленты, барабаны и поддерживающие ролики, их разновидности и области применения; определение ширины ленты.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Как устроен ленточный конвейер и из каких основных частей он состоит?
2. Какие различают виды ленточных конвейеров и где они применяются?
3. Какие скорости движения грузов применяются в ленточных конвейерах?
4. Для чего применяют загрузочные и разгрузочные устройства? Их конструкции?
5. Как устроены транспортерные ленты: текстильные, из искусственной ткани, прорезиненные, пластмассовые со стальными канатами, стальные катаные и проволочно-сетчатые? Где они применяются?
6. Как определяется ширина ленты?
7. Как устроены поддерживающие и ходовые ролики? Из каких материалов они изготавливаются? Где применяются?
8. Как определяют диаметр и длину поддерживающих роликов?
9. Как устроены барабаны ленточных конвейеров? Из каких материалов они изготавливаются?
10. Как определяют диаметр и длину барабана?
11. Какими способами увеличивается сцепление ленты с приводным барабаном?
12. Для чего служат натяжные устройства в конвейерах?
13. Какие различают виды натяжных устройств и где они применяются?

## **Цепные конвейеры**

При изучении цепных конвейеров следует усвоить вопросы: схемы, устройство и области применения цепных конвейеров; напольные, подвесные и грузоведущие конвейеры; транспортерные цепи, их разновидности и области применения; конструкции звездочек и поддерживающих роликов.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Какие различают цепные конвейеры и где они применяются? Каковы их достоинства и недостатки?
2. Какие по форме пластины применяются для пластинчатых конвейеров?
3. Какие натяжные устройства применяются в цепных конвейерах?
4. Какие факторы влияют на выбор типа цепного конвейера?

5. От чего зависит производительность цепного конвейера?
6. Какие скорости применяются для цепных конвейеров?
7. Как определяется ширина пластинчатых конвейеров?
8. Какие различают виды транспортерных цепей, как они устроены и из какого материала выполняются?
9. Как устроены звездочки и как определяется их диаметр?
10. Какие различают типы поддерживающих роликов и где они применяются?

## **Элеваторы**

В данной теме изучаются ковшовые, полочные и люлечные элеваторы: схемы, устройство элеваторов и области их применения; конструкция ковшей, полок (захватов) и люлек.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Какие различают типы элеваторов? Как они устроены и где применяются?
2. Как устроены ковши, полки и люльки элеваторов и от каких факторов зависит их форма?
3. Из каких основных частей состоит элеватор?
4. Как устроены нижняя и верхняя головки элеватора?
5. Почему в элеваторах предусматривают тормозные устройства?
6. Какое значение имеет скорость движения груза в элеваторах для загрузки и выгрузки материала?
7. Какие скорости применяются в элеваторах?

## **2.2. Транспортирующие машины без тягового органа**

Транспортирующие машины без тягового органа: винтовые конвейеры, транспортирующие трубы; роликовые конвейеры неприводные и приводные (рольганги); инерционные конвейеры. Основные вопросы: классификация конвейеров; область их применения в ЦБП; конструктивные схемы; основные расчетные зависимости.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Как устроен винтовой конвейер и где он применяется?
2. Как определяется производительность винтового конвейера и мощность его электродвигателя?
3. Как устроены транспортирующие трубы и где они применяются?
4. Из каких основных частей состоит роликовый конвейер?
5. Где применяют роликовые конвейеры – неприводные и приводные?
6. Как устроен инерционный (качающийся) конвейер? На чем основано его действие и где он применяется?

## КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ОСНОВАМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ (подъемно-транспортные машины)

В соответствии с учебным планом дисциплины «Основы проектирования» студенты заочной формы обучения выполняют контрольную работу по подъемно-транспортным машинам.

Вопросы к контрольной работе выбираются по номеру зачетной книжки студента (по последним двум цифрам) согласно таблице на с. 12 на сайте <http://nizrp.narod.ru> (кафедра основ конструирования машин). В числителе указаны номера вопросов, а в знаменателе – номера рисунков Приложения.

Например, студент, имеющий номер зачетной книжки 222-394, должен при выполнении задания ответить на вопросы 41 и 43 рисунка 5 Приложения.

Все исходные данные для решения задачи, не указанные в тексте к контрольным заданиям и на рисунках Приложения (режимы работы механизмов, размеры деталей и узлов крана или конвейера, параметры механических передач, соединительных муфт), следует считать известными.

Работа оформляется на отдельных листах с полями, оставленными для замечания рецензента. При выполнении работы необходимо полностью переписать условие, изобразить эскиз узла или передачи, указать все действующие на них усилия и моменты, выписать заданные исходные данные. В случае необходимости добавить расчетные схемы и сечения.

При оформлении контрольной работы надо указать литературу и отметить страницы, откуда взяты расчетные формулы.

### Выбор вопросов к контрольной работе

Последняя цифра зачетной книжки	Предпоследняя цифра зачетной книжки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	1; 4 Рис. 1	3; 2 Рис. 1	6; 7 Рис. 1	1; 2 Рис. 1	9; 7 Рис. 1	5; 6 Рис. 1	8; 4 Рис. 1	5; 9 Рис. 1	10; 12 Рис. 2	10; 11 Рис. 2
2	10; 15 Рис. 2	10; 16 Рис. 2	17; 18 Рис. 3	19; 20 Рис. 3	22; 23 Рис. 3	17; 25 Рис. 3	22; 24 Рис. 3	19; 26 Рис. 3	22; 21 Рис. 3	27; 28 Рис. 4
3	29; 30 Рис. 4	33; 34 Рис. 4	36; 35 Рис. 4	37; 30 Рис. 4	28; 29 Рис. 4	30; 31 Рис. 4	33; 35 Рис. 4	30; 32 Рис. 4	33; 31 Рис. 4	35; 36 Рис. 4
4	38; 39 Рис. 5	38; 40 Рис. 5	41; 43 Рис. 5	41; 42 Рис. 5	44; 45 Рис. 5	44; 46 Рис. 5	38; 43 Рис. 5	44; 39 Рис. 5	41; 43 Рис. 5	38; 42 Рис. 5
5	44; 40 Рис. 5	47; 48 Рис. 6	47; 49 Рис. 6	47; 50 Рис. 6	53; 51 Рис. 6	53; 48 Рис. 6	53; 50 Рис. 6	54; 52 Рис. 6	54; 51 Рис. 6	54; 49 Рис. 6
6	47; 52 Рис. 6	55; 56 Рис. 7	55; 57 Рис. 7	58; 59 Рис. 7	58; 60 Рис. 7	55; 61 Рис. 7	58; 62 Рис. 7	63; 56 Рис. 7	63; 57 Рис. 7	55; 59 Рис. 7
7	11; 13 Рис. 2	10; 14 Рис. 2	14; 16 Рис. 2	14; 15 Рис. 2	65; 70 Рис. 8	66; 71 Рис. 8	67; 72 Рис. 8	68; 73 Рис. 8	69; 70 Рис. 8	66; 72 Рис. 8
8	65; 71 Рис. 8	66; 70 Рис. 8	67; 73 Рис. 8	68; 70 Рис. 8	69; 72 Рис. 8	67; 71 Рис. 8	68; 72 Рис. 8	69; 71 Рис. 8	65; 73 Рис. 8	1; 4 Рис. 1
9	11; 14 Рис. 2	11; 12 Рис. 2	5; 9 Рис. 1	8; 4 Рис. 1	10; 15 Рис. 2	17; 18 Рис. 3	17; 23 Рис. 3	22; 24 Рис. 3	17; 21 Рис. 3	29; 30 Рис. 4
0	36; 35 Рис. 4	27; 29 Рис. 4	33; 35 Рис. 4	41; 43 Рис. 5	44; 46 Рис. 5	44; 39 Рис. 5	47; 50 Рис. 6	53; 50 Рис. 6	55; 60 Рис. 7	63; 56 Рис. 7

## ВОПРОСЫ К КОНТРОЛЬНЫМ ЗАДАНИЯМ

1. При известных весе груза  $G = 30$  кН и тележки  $G_T = 10$  кН, скорости передвижения тележки  $v_T = 40$  м/мин определить мощность двигателя при установившемся движении  $P_{ст}$  и фактическое ускорение  $a_n$  при пуске крановой тележки (рис. 1). Недостающими данными задаться.
2. При известных весе груза  $G = 30$  кН и тележки  $G_T = 10$  кН, скорости передвижения тележки  $v_T = 40$  м/мин проверить прочность вала  $d = 40$  мм и подшипников буксы (рис. 1, А-А). Расстоянием между подшипниками и недостающими данными задаться.
3. При известных весе груза  $G = 50$  кН, скорости его подъема  $v_{гр} = 10$  м/мин определить потребную мощность двигателя  $P_{ст}$  и проверить его на разгон по условию  $a_n \leq [a_n]$  (время пуска  $t_n$  найти из уравнения пускового момента) (рис. 1). Допускаемое ускорение при пуске  $[a_n] = 0,6$  м/с<sup>2</sup>.
4. При известном весе груза  $G = 40$  кН определить диаметр оси и проверить прочность элементов узла уравнительного блока (рис. 1, В-В). Расстоянием между опорами блока задаться.
5. Определить тяговое усилие передвижения тележки  $W_c$  и проверить прочность шпонок узла буксы (рис. 1, А-А). Вес груза  $G = 40$  кН, тележки  $G_T = 10$  кН, диаметр ходового колеса  $D_{хк} = 200$  мм, диаметр вала  $d = 50$  мм. Материал шпонки и колеса – сталь 45. Недостающими данными задаться.
6. При известных весе груза  $G = 30$  кН и тележки  $G_T = 10$  кН, скорости передвижения тележки  $v_T = 40$  м/мин, диаметре ходового колеса  $D_{хк} = 200$  мм определить тормозной момент  $T_T$ . Проверить отсутствие буксования колес при пуске и юза при торможении (рис. 1). Кран работает в помещении.
7. При известных весе груза  $G = 50$  кН, скорости подъема  $v_{гр} = 10$  м/мин проверить прочность элементов узла барабана (рис. 1, Б-Б). Диаметр барабана  $D_1 = 315$  мм. Остальными размерами барабана задаться.
8. При известных весе груза  $G = 50$  кН, скорости подъема груза  $v_{гр} = 20$  м/мин и режиме работы ПВ = 15 % определить тормозной момент  $T_T$  и время торможения  $t_T$  опускающегося груза (рис. 1).
9. При известных диаметре каната  $d_k = 10,5$  мм, ПВ = 25 %, высоте подъема  $H = 12$  м и скорости подъема груза  $v_{гр} = 20$  м/мин определить диаметр  $D_1$ , длину  $L_{бар}$  и частоту вращения  $n_{бар}$  барабана (рис. 1). Недостающими данными задаться.

10. При известных весе груза  $G = 50$  кН, скорости подъема  $v_{гр} = 15$  м/мин, допустимом времени пуска  $[t_n] = 0,8$  с определить статическую мощность двигателя  $P_{ст}$  и проверить его на разгон по условию  $t_n \geq [t_n]$  (рис. 1). Недостающими данными задаться.
11. При известном весе груза  $G = 20$  кН определить необходимый вращающий момент на валу электродвигателя  $T_{дв}$  винтового погрузчика (рис. 2). Размерами винта и параметрами червячного редуктора задаться. Трением между колоннами и кареткой пренебречь.
12. При известном весе груза  $G = 30$  кН проверить прочность сварного соединения верхней траверсы погрузчика (рис. 2, узел А). Материал элементов траверсы – Ст3. Размерами сварного узла задаться.
13. При известном весе груза  $G = 30$  кН проверить прочность винта и гайки стационарного погрузчика (рис. 2). Размерами и материалами винта и гайки задаться.
14. При известных мощности  $P_{дв} = 5,5$  кВт и частоте вращения двигателя  $n_{дв} = 950$  мин<sup>-1</sup> проверить прочность элементов упругой втулочно-пальцевой муфты (рис. 2, узел В). Размерами муфты задаться.
15. Проверить на прочность направляющие колонны, если известен вес поднимаемого груза  $G = 30$  кН (рис. 2). Диаметром, длиной и материалом колонны задаться. Изгибающий момент от веса груза не учитывать.
16. Рассчитать болты крепления захватов к траверсе (рис. 2, узел Б). Вес груза  $G = 20$  кН, материал болтов – сталь 35. Болты установлены с зазором и без зазора.
17. Составить кинематическую схему механизма подъема груза, определить статическую мощность двигателя  $P_{ст}$  и проверить его на разгон по условию  $a_n \leq [a_n]$  при известных весе груза  $G = 45$  кН, скорости подъема  $v_{гр} = 16$  м/мин и допусаемом ускорении при пуске  $[a_n] = 0,4$  м/с<sup>2</sup>. Время пуска  $t_n$  найти из выражения пускового момента (рис. 3). Недостающими данными задаться.
18. Проверить прочность сварного соединения зубчатого венца к диску колеса (рис. 3, узел В). Задача выполняется в общем виде без числовых значений.
19. Составить кинематическую схему механизма поворота и определить необходимый тормозной момент, если известны частота вращения крана  $n_{кр} = 2,5$  об/мин и режим работы ПВ = 15 % (рис. 3). Вес груза  $G = 50$  кН, крана  $G_{кр} = 60$  кН, вылет стрелы  $L = 6$  м. Недостающими данными задаться.

20. Рассчитать подшипники качения для опор колонны крана при частоте вращения  $n_{кр} < 1 \text{ мин}^{-1}$  и  $n_{кр} > 10 \text{ мин}^{-1}$  (рис. 3, узлы А и Б). Задача выполняется в общем виде без числовых значений.
21. Рассчитать заклепочное соединение колонны крана (рис. 3, Г-Г, вариант 1). Задача выполняется в общем виде без числовых значений.
22. Составить кинематическую схему механизма поворота крана (включив в нее червячный редуктор) и определить статическую мощность двигателя  $P_{ст}$  при известных весе груза  $G = 45 \text{ кН}$ , крана  $G_{кр} = 50 \text{ кН}$  и частоте вращения крана  $n_{кр} = 2 \text{ мин}^{-1}$  (рис. 3). Недостающими данными задаться.
23. Рассчитать болты соединения колонны крана, поставленные с зазором (рис. 3, Г-Г, вариант 2). Задача выполняется в общем виде без числовых значений.
24. Проверить прочность шпоночного соединения зубчатого сектора механизма поворота с колонной крана в момент пуска или торможения при известных весе крана  $G_{кр} = 50 \text{ кН}$ , груза  $G = 45 \text{ кН}$ , частоте вращения крана  $n_{кр} = 2,5 \text{ мин}^{-1}$  и режиме работы ПВ = 25 % (рис. 3). Недостающими данными задаться.
25. Рассчитать болты крепления зубчатого венца к барабану для двух случаев: болты поставлены без зазора; болты поставлены с зазором (рис. 3). Момент на барабане  $T_{бар} = 3500 \text{ Нм}$ , диаметр расположения болтов  $D_0 = 340 \text{ мм}$ , число болтов  $z = 6$ . Недостающими данными задаться.
26. Рассчитать ось барабана при весе груза  $G$  и кратности полиспаста  $k_{п}$  (рис. 3). Задача выполняется в общем виде без числовых значений.
27. Составить кинематическую схему механизма изменения вылета крана (тележка с канатной тягой) и при известных весе тележки  $G_T = 2 \text{ кН}$ , поднимаемого груза  $G = 40 \text{ кН}$ , вылете стрелы крана  $L = 5 \text{ м}$  определить тяговое усилие для передвижения тележки. Кран установлен в помещении (рис. 4). Недостающими данными задаться.
28. При известном весе груза  $G$  проверить прочность деталей грузовой подвески (траверсы, оси блока, подшипников блока и крюка) (рис. 4, А-А). Задача выполняется в общем виде без числовых значений.
29. При известных высоте подъема груза  $H = 6 \text{ м}$ , диаметре каната  $d_k = 11 \text{ мм}$ , режиме работы ПВ = 15 % определить размеры барабана механизма подъема груза (рис. 4). Кратность простого полиспаста  $k_{п} = 2$ . Недостающими данными задаться.

30. Определить усилие, которое необходимо приложить к рукоятке механизма поворота для вращения крана при установившемся движении (рис. 4, узел Д). Задача выполняется в общем виде без числовых значений.
31. Проверить на статическую прочность вертикальный вал механизма поворота крана (рис. 4, узел Д). Задача выполняется в общем виде без числовых значений.
32. Рассчитать сварное соединение неподвижного зубчатого венца механизма поворота с опорным кольцом (рис. 4, узел Г). Момент  $T = 3000$  Нм, диаметр расположения шва  $D_{ш} = 700$  мм. Недостающими данными задаться.
33. Составить кинематическую схему механизма подъема груза и при известных весе груза  $G = 50$  кН, скорости подъема  $v_{гр} = 10$  м/мин, допускаяемом времени пуска двигателя  $[t_n] = 1$  с определить статическую мощность двигателя  $P_{ст}$  и проверить двигатель на разгон по условию  $t_n \geq [t_n]$  (рис. 4). Недостающими данными задаться.
34. При известном моменте сопротивления  $T_c = 3000$  Нм проверить прочность болтов крепления неподвижного зубчатого венца к фундаменту при условии установки их с зазором (рис. 4, узел Г). Диаметр расположения болтов  $D_0 = 500$  мм, число болтов  $z = 8$ . Недостающими данными задаться.
35. При известных весе груза  $G$ , тележки  $G_T$  и весе крана  $G_{кр}$  проверить подшипники опор колонны (рис. 4, узлы Б и В). Задача выполняется в общем виде без числовых значений.
36. Определить расчетный тормозной момент  $T_{тр}$  для торможения тележки при известных весе груза  $G = 50$  кН, тележки  $G_T = 2$  кН, замедлении  $[a_T] = 0,6$  м/с<sup>2</sup>, частоте вращения барабана механизма изменения вылета стрелы  $n_6 = 30$  мин<sup>-1</sup> и диаметре барабана  $D_1 = 260$  мм (рис. 4). Недостающими данными задаться.
37. При известных величине сопротивления движению тележки  $W_c$ , величине максимального вылета стрелы крана  $L$ , весе одного погонного метра каната  $q$  и коэффициенте трения между канатом и барабаном  $f$  определить необходимое число витков тягового каната на барабане, при котором не будет проскальзывания каната (рис. 4). Задача выполняется в общем виде без числовых значений.
38. Проверить механизм передвижения крана на отсутствие буксования при пуске и юза при торможении (рис. 5). Задача выполняется в общем виде без числовых значений.

39. Проверить подшипники промежуточного вала (с цилиндрическим и коническим зубчатыми колесами) (рис. 5, узел Б). Задача выполняется в общем виде без числовых значений.
40. Подобрать для трансмиссионного вала механизма передвижения крана фланцевую муфту и проверить на прочность ее элементы (рис. 5, узел Г). Вращающий момент на валу  $T_B = 1000$  Нм. Недостающими данными задаться.
41. Составить кинематическую схему механизма подъема груза и, зная вес груза  $G = 20$  кН, скорость подъема груза  $v_{гр} = 10$  м/мин, кратность полиспаста  $k_{п} = 2$ , режим работы ПВ = 25 %, найти расчетное значение времени пуска  $t_n$ , определить натяжение каната, подобрать его и проверить запас прочности в период разгона двигателя (рис. 5). Недостающими данными задаться.
42. При известном тяговом усилии крана  $W_c$  проверить прочность промежуточного вала механизма передвижения крана (вал с цилиндрическим и коническим зубчатыми колесами) (рис. 5, узел Б). Задача выполняется в общем виде без числовых значений.
43. При известном тяговом усилии крана  $W_c$  и диаметре ходовых колес рассчитать болты крепления корпуса правого подшипника промежуточного вала (рис. 5, А-А). Задача выполняется в общем виде без числовых значений.
44. Определить статическую мощность двигателя механизма передвижения крана (рис. 5). Задача выполняется в общем виде без числовых значений.
45. Рассчитать болты крепления зубчатого венца к ходовому колесу при условии установки их с зазором и без зазора (рис. 5, узел Д). Вращающий момент  $T = 500$  Нм, диаметр расположения болтов  $D_0 = 250$  мм, число болтов  $z = 4$ . Недостающими данными задаться.
46. Рассчитать оси ходовых колес крана и подобрать к ним подшипники качения (рис. 5, узел Д). Нагрузка  $R = 4000$  Н. Скорость передвижения  $v_{п} = 30$  м/мин, диаметр колеса  $D_{хк} = 250$  мм. Материал оси – сталь 45. Расстоянием между опорами задаться.
47. Определить производительность полочного элеватора и мощность двигателя при известных весе штучного груза  $G = 300$  Н, высоте подъема  $H = 10$  м, скорости движения  $v = 0,30$  м/с, шаг полки  $t = 1250$  мм (рис. 6). Недостающими данными задаться.
48. Проверить прочность винта натяжного устройства при известном натяжении ветви цепи элеватора  $F_0 = 2000$  Н (рис. 6, узел А). Резьба винта Tr.30x6. Материал винта – сталь 30. Недостающими данными задаться.

49. Проверить прочность сварного соединения узла А при известном осевом усилии на винте (рис. 6, В-В). Задача выполняется в общем виде без числовых значений.
50. Проверить на прочность ось натяжной звездочки при известном натяжении ветви цепи  $F_0 = 2000$  Н (рис. 6, Б-Б). Материал оси – сталь 30. Расстоянием между подшипниками задаться.
51. Проверить подшипники оси натяжной звездочки при известном натяжении ветви цепи  $F_0 = 2000$  Н (рис. 6, Б-Б). Диаметр оси  $d_0 = 45$  мм. Недостающими данными задаться.
52. Проверить прочность шпоночного соединения натяжной звездочки с осью при известном натяжении ветви цепи  $F_0 = 2000$  Н (рис. 6, Б-Б). Диаметр оси  $d_0 = 50$  мм, диаметр звездочки  $d_{\partial} = 320$  мм. Недостающими данными задаться.
53. Определить необходимый тормозной момент  $T_T$  для удержания грузеного элеватора в неподвижном состоянии при известных весе штучного груза  $G$  и высоте подъема  $H$  (рис. 6). Задача выполняется в общем виде без числовых значений.
54. Определить пусковой момент привода элеватора  $T_{п}$ , приведенный к валу двигателя, если известны: время пуска  $t_n = 2$  с, вес штучного груза  $G = 300$  Н, высота подъема  $H = 10$  м, скорость подъема  $v_{гр} = 0,6$  м/с, шаг полки  $t = 1250$  мм, диаметр ведущей звездочки  $d_{\partial} = 320$  мм (рис. 6). Недостающими данными задаться.
55. Определить производительность, ширину ленты и потребную мощность двигателя привода ленточного конвейера при известных весе погонного метра груза  $q$ , элементов конвейера и скорости ленты  $v$  (рис. 7). Задача выполняется в общем виде без числовых значений.
56. Проверить прочность промежуточного вала привода ленточного конвейера при известном тяговом усилии  $W$  (рис. 7, Б-Б). Задача выполняется в общем виде без числовых значений.
57. Проверить прочность шпоночного соединения шестерни с промежуточным валом диаметром  $d = 50$  мм при известном тяговом усилии  $W = 4000$  Н (рис. 7, Б-Б). Диаметр приводного барабана  $D_6 = 400$  мм, передаточное число открытой передачи  $u_{оп} = 2,5$ . Недостающими данными задаться.

58. Определить вес груза натяжного устройства ленточного конвейера при известных весах погонного метра груза  $q$  и элементов конвейера (рис. 7). Задача выполняется в общем виде без числовых значений.
59. Рассчитать болты крепления кронштейна направляющего блока натяжного устройства к стене при известном весе натяжного груза  $G_{гр} = 1000$  Н (рис. 7, вид В). Недостающими данными задаться.
60. Проверить подшипники скольжения (и качения) при установке их в ступицах натяжного барабана при известном натяжении каната натяжного устройства  $W_k = 2000$  Н (рис. 7, Г-Г). Недостающими данными задаться.
61. Проверить прочность оси натяжного барабана при известном натяжении каната натяжного устройства  $W_k = 2600$  Н (рис. 7, Г-Г). Расстоянием между подшипниками и опорами задаться.
62. Проверить прочность сварных соединений кронштейна крепления грузового каната к тележке натяжного устройства при известном натяжении каната натяжного устройства (рис. 7, узел А). Задача выполняется в общем виде без числовых значений.
63. Определить пусковой момент  $T_n$  привода конвейера, приведенный к валу двигателя, при известных времени пуска  $t_n$ , весе погонного метра груза и элементов конвейера, и скорости ленты  $v$  (рис. 7). Задача выполняется в общем виде без числовых значений.
64. При известных весе груза  $G = 32$  кН, скорости подъема  $v_{гр} = 10$  м/мин определить необходимый тормозной момент  $T_T$  механизма подъема (рис. 8). Диаметр барабана  $D_1 = 260$  мм. Недостающими данными задаться.
65. При известных весе крана  $G_{кр} = 60$  кН и груза  $G = 60$  кН определить сопротивление передвижению крана  $W_c$  (рис. 8). Диаметр ходовых колес  $D_{хк} = 250$  мм, диаметр цапфы колес  $d_{ц} = 50$  мм. Недостающими данными задаться.
66. Определить пусковую мощность двигателей механизма передвижения крана (два двигателя), если известны: время пуска  $t_n = 1$  с, скорость передвижения  $v_{кр} = 80$  м/мин, вес груза  $G = 30$  кН и крана  $G_{кр} = 60$  кН (рис. 8). Недостающими данными задаться.
67. Составить кинематическую схему механизма подъема, определить тормозной момент  $T_{тр}$ , необходимый для выбора тормоза, и найти время торможения  $t_T$  опускающегося груза, если известны: вес груза  $G = 32$  кН и скорость подъема груза  $v_{гр} = 10$  м/мин, передаточное число редуктора  $u_{ред} = 25$  (рис. 8). Недостающими данными задаться.

68. Определить мощность двигателя механизма подъема и проверить его на разгон при пуске по условию  $a_n \leq [a_n]$ , если известны: вес груза  $G = 32$  кН и скорость подъема груза  $v_{гр} = 15$  м/мин,  $[a_n] = 0,4$  м/с<sup>2</sup> (рис. 8). Недостающими данными задаться.
69. Проверить кран на отсутствие буксования ходовых колес при пуске при известных весах груза  $G$  и крана  $G_{кр}$ , параметрах колес (рис. 8). Задача выполняется в общем виде без числовых значений.
70. Проверить на прочность ось верхних опорных катков при известных весах груза  $G = 32$  кН и крана  $G_{кр} = 60$  кН (рис. 8, узел А). Вылет стрелы крана  $L = 5,5$  м,  $H = 2,6$  м,  $h = 150$  мм. Диаметр оси  $d_0 = 60$  мм. Недостающими данными задаться.
71. Проверить подшипники качения ходовых колес при известных весах груза  $G = 32$  кН и крана  $G_{кр} = 60$  кН (рис. 8, узел В). Диаметр вала  $d = 50$  мм. Частота вращения колеса  $n_k = 80$  мин<sup>-1</sup>. Недостающими данными задаться.
72. Проверить на прочность болты крепления зубчатого венца к барабану для двух случаев их установки: с зазором и без зазора при известном весе груза  $G = 32$  кН (рис. 8, Б-Б). Диаметр барабана  $D_1 = 260$  мм, кратность полиспаста  $k_{п} = 2$ , диаметр расположения болтов  $D_0 = 300$  мм, число болтов  $z = 6$ , материал болтов – сталь 35. Недостающими данными задаться.
73. Проверить на прочность ось направляющего блока, если известен вес груза  $G = 32$  кН, кратность простого полиспаста  $k_{п} = 2$  (рис. 8, Г-Г). Диаметр оси  $d = 50$  мм. Материал оси – сталь Ст.5. Расстояниями между опорами, а также от опоры до середины блока задаться.

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

### Основная литература

1. Александров, М. П. Грузоподъемные машины: учебник для вузов/ М. П. Александров – Москва.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2000. – 552 с. – ISBN 5-7038-1516-9 – Текст : непосредственный.
2. Курсовое проектирование грузоподъемных машин: учебное пособие для студентов машиностр. спец. вузов/ С. А. Казак, В. Е. Дусье, Е. С. Кузнецов [и др.]; ред. С. А. Казака. – М.: Высшая школа, 1989. – 319 с. – ISBN 5-06-000143-1 – Текст : непосредственный.
3. Подъемно-транспортные машины : учебник / М. Н. Ерохин, С. П. Казанцев, И. Ю. Игнаткин [и др.]; под редакцией М. Н. Ерохина. – Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2022. – 456 с. – ISBN 978-5-4497-1668-2 – Текст: непосредственный.
4. Жегульский, В. П. Проектирование, конструирование и расчет механизмов мостовых кранов: учебное пособие / В. П. Жегульский, О. А. Лукашук ; под редакцией Г. Г. Кожушко. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2016. – 184 с. – ISBN 978-5-7996-1831-5 – Текст : электронный.

### Дополнительная литература

1. Расчет и проектирование механизма подъема грузоподъемного крана: методические указания / А. Б. Коновалов. – СПб. : ВШТЭ СПбГУПТД, 2021. – 62 с. – Текст : электронный.
2. Основы проектирования. Расчет и проектирование механизма передвижения грузоподъемного крана : метод. указания / А. Б. Коновалов. – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД, 2021. – 68 с. – Текст : электронный.
3. Детали машин: учебник для вузов / Л. А. Андриенко, Б. А. Байков, М. Н. Захаров [и др.]; ред. Ряховского О. А. – 4-е изд. – Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. – 465 с. – ISBN 978-5-7038-3939-3. – Текст: непосредственный.
4. Детали машин в примерах и задачах: учебное пособие / С. Н. Ничипорчик, М. И. Корженцевский, В. Ф. Калачев [и др.] ; под ред. С. Н. Ничипорчика. – 2-е изд. – Мн.: Высшая школа, 1981. – 432 с. – Текст: непосредственный.
5. Передача винт-гайка: учебное пособие / В. О. Варганов, М. В. Аввакумов, М. В. Колычев [и др.]. – СПб. СПбГТУРП., 2015. – 57 с. – Текст: непосредственный.

## **ПРИЛОЖЕНИЕ**

Рисунки к контрольной работе

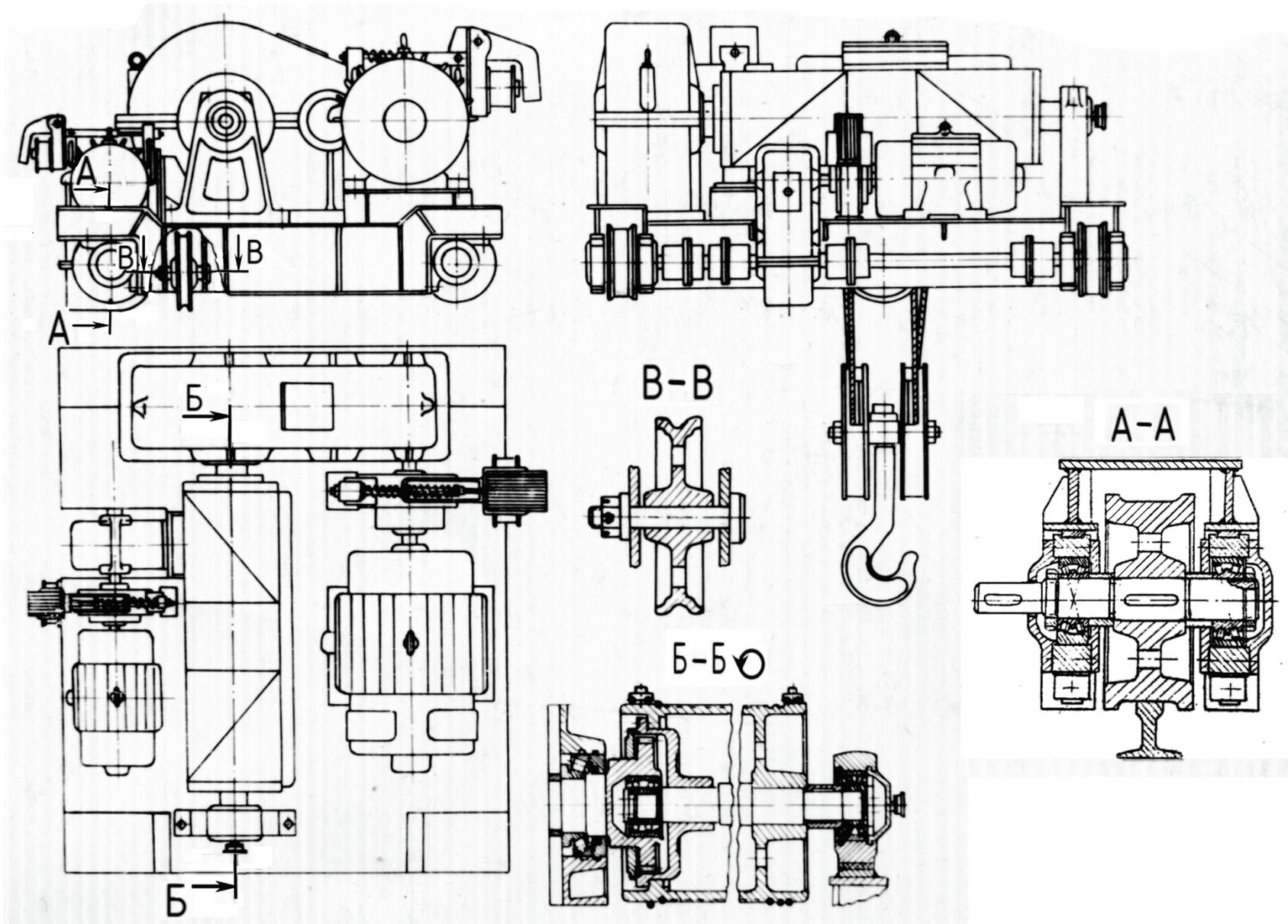


Рисунок 1 – Крановая тележка

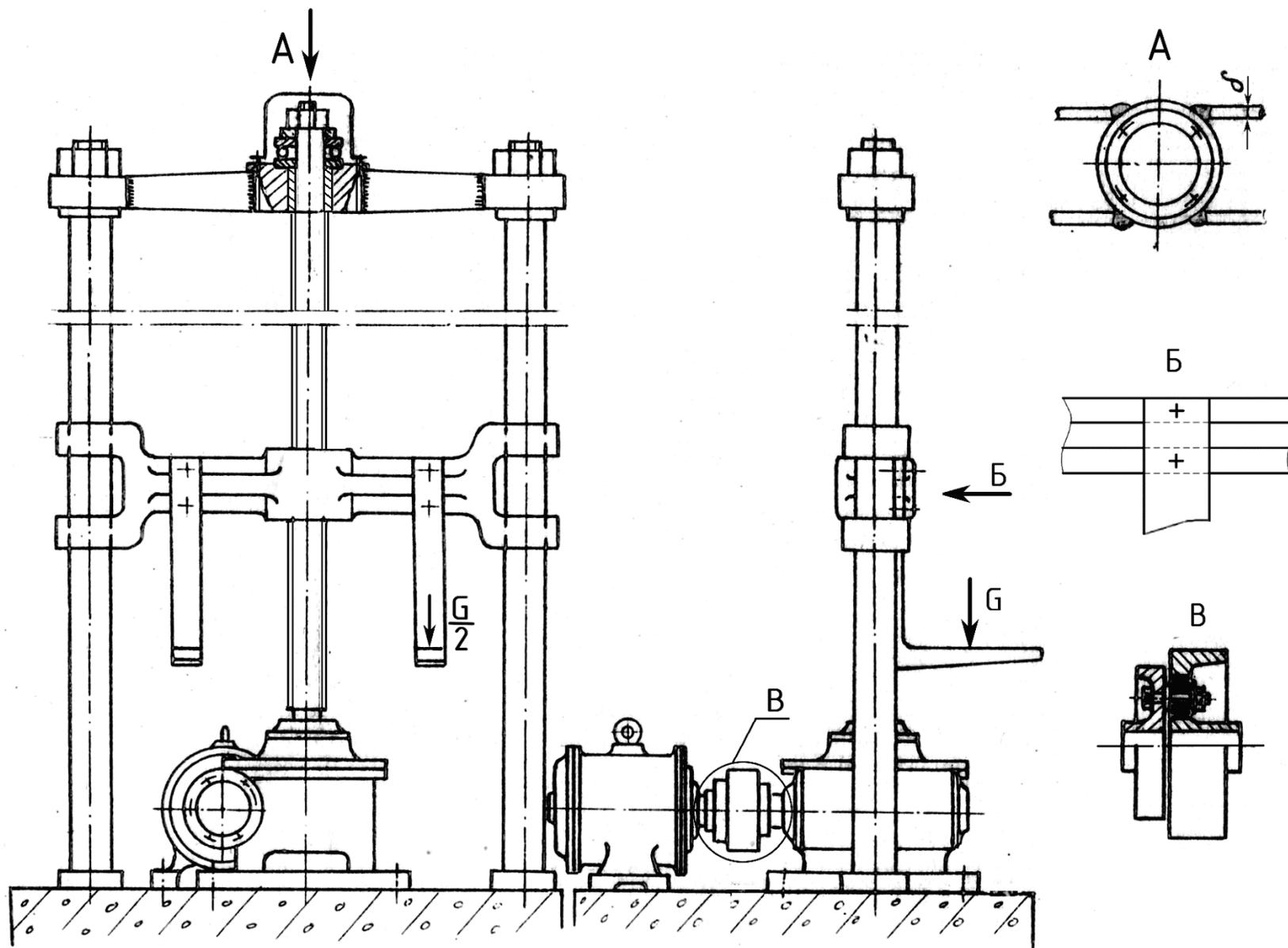


Рисунок 2 – Винтовой стационарный подъемник

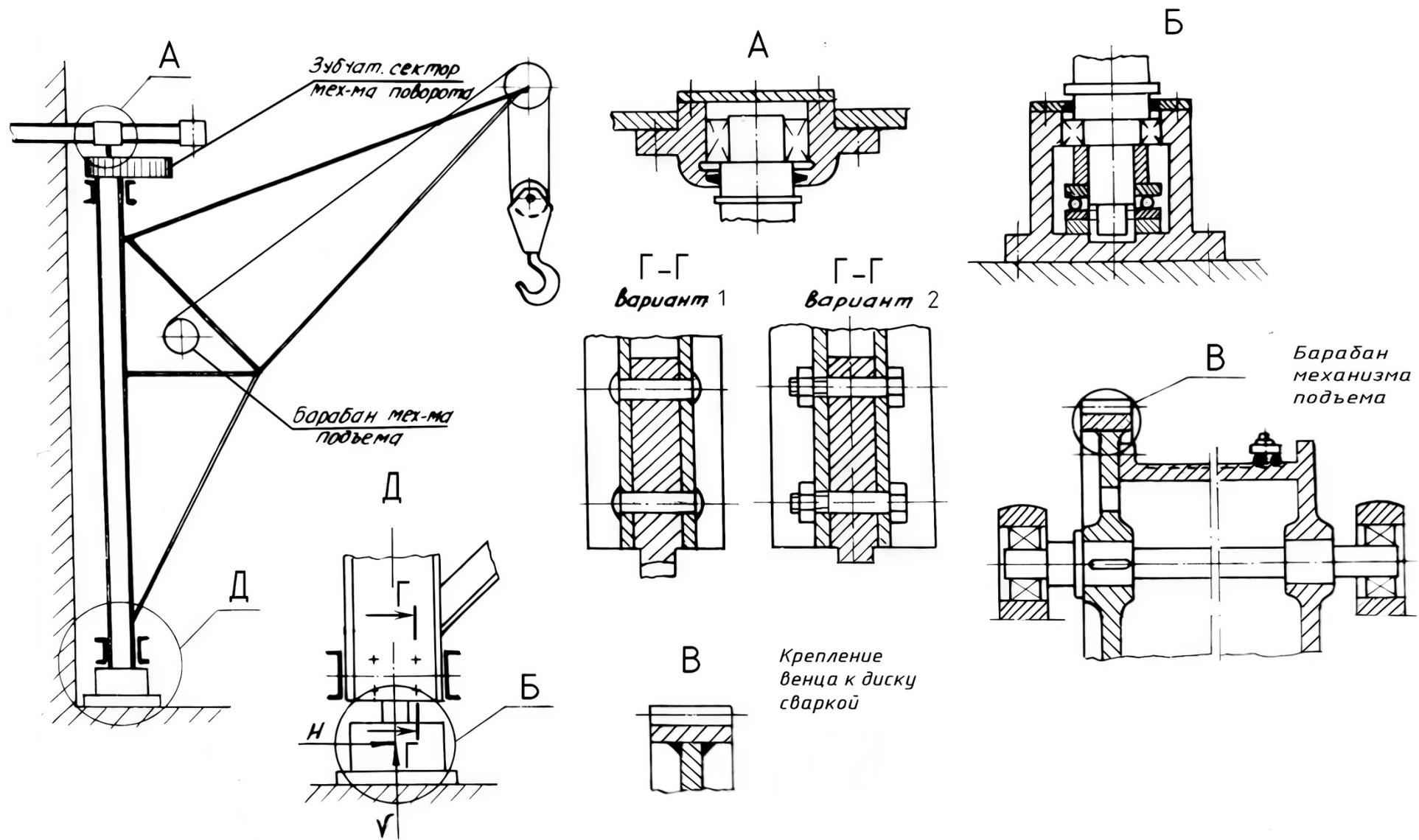


Рисунок 3 – Кран с поворотной колонной

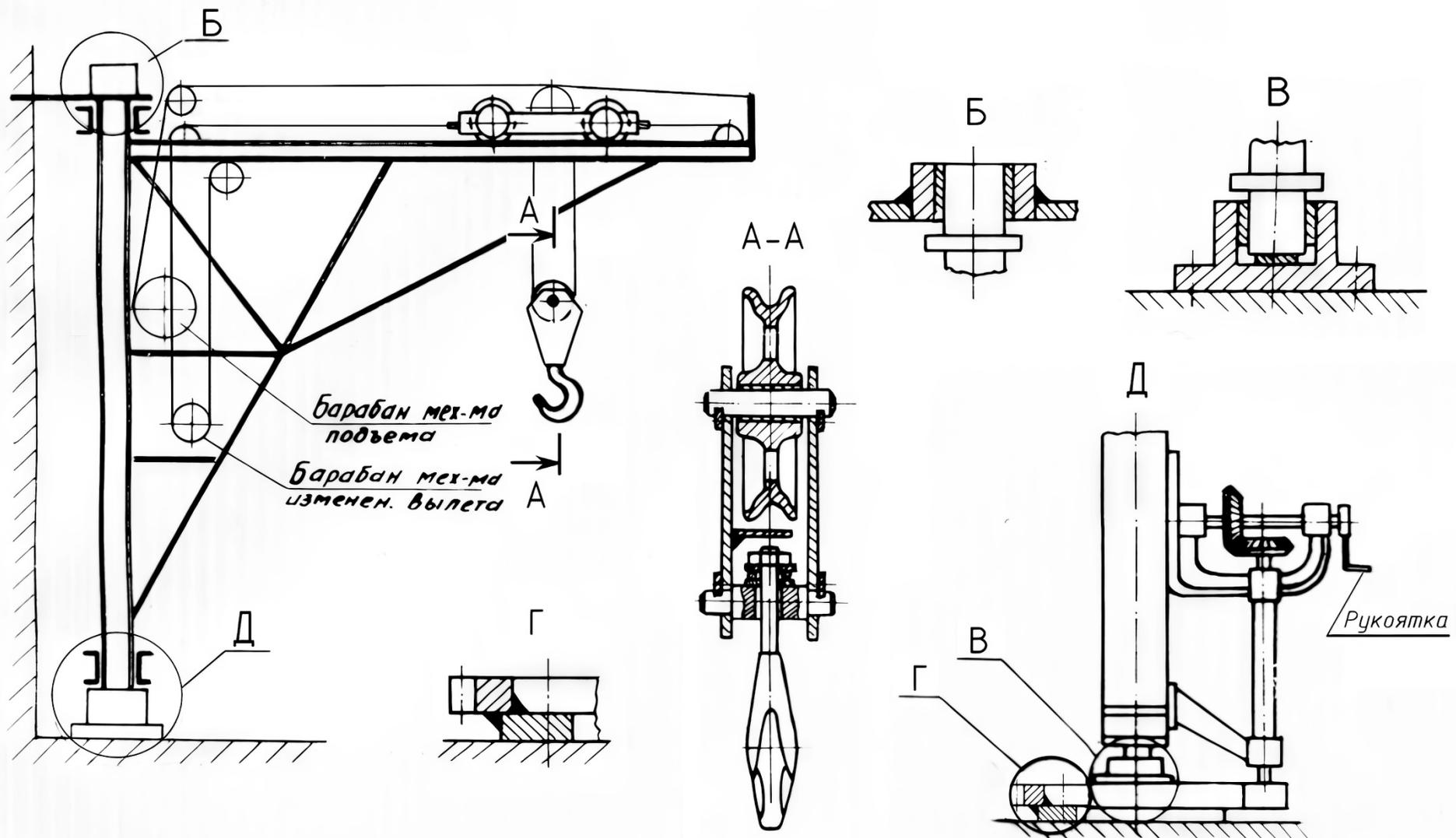


Рисунок 4 – Кран поворотный с переменным вылетом

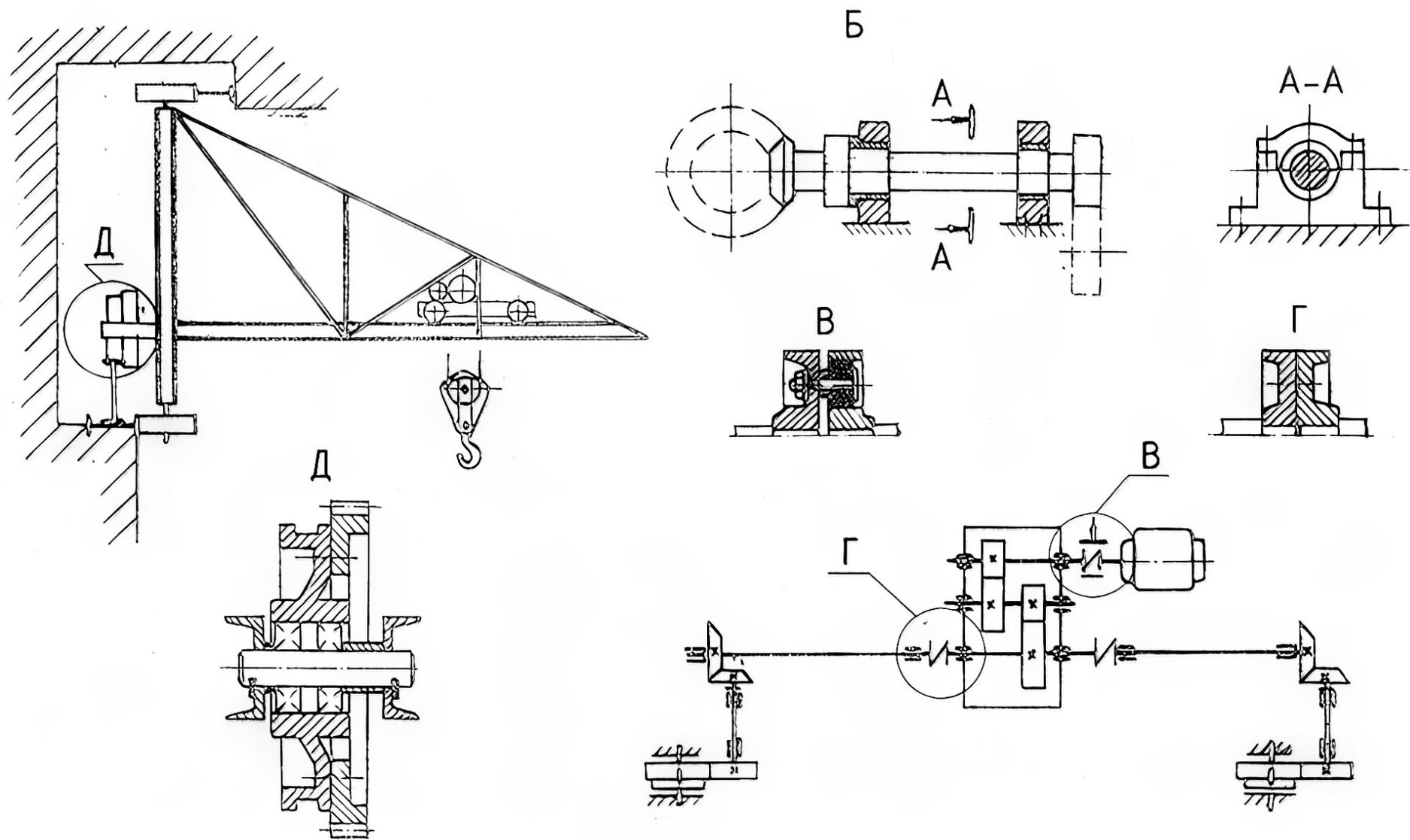


Рисунок 5 – Консольный передвижной кран с переменным вылетом

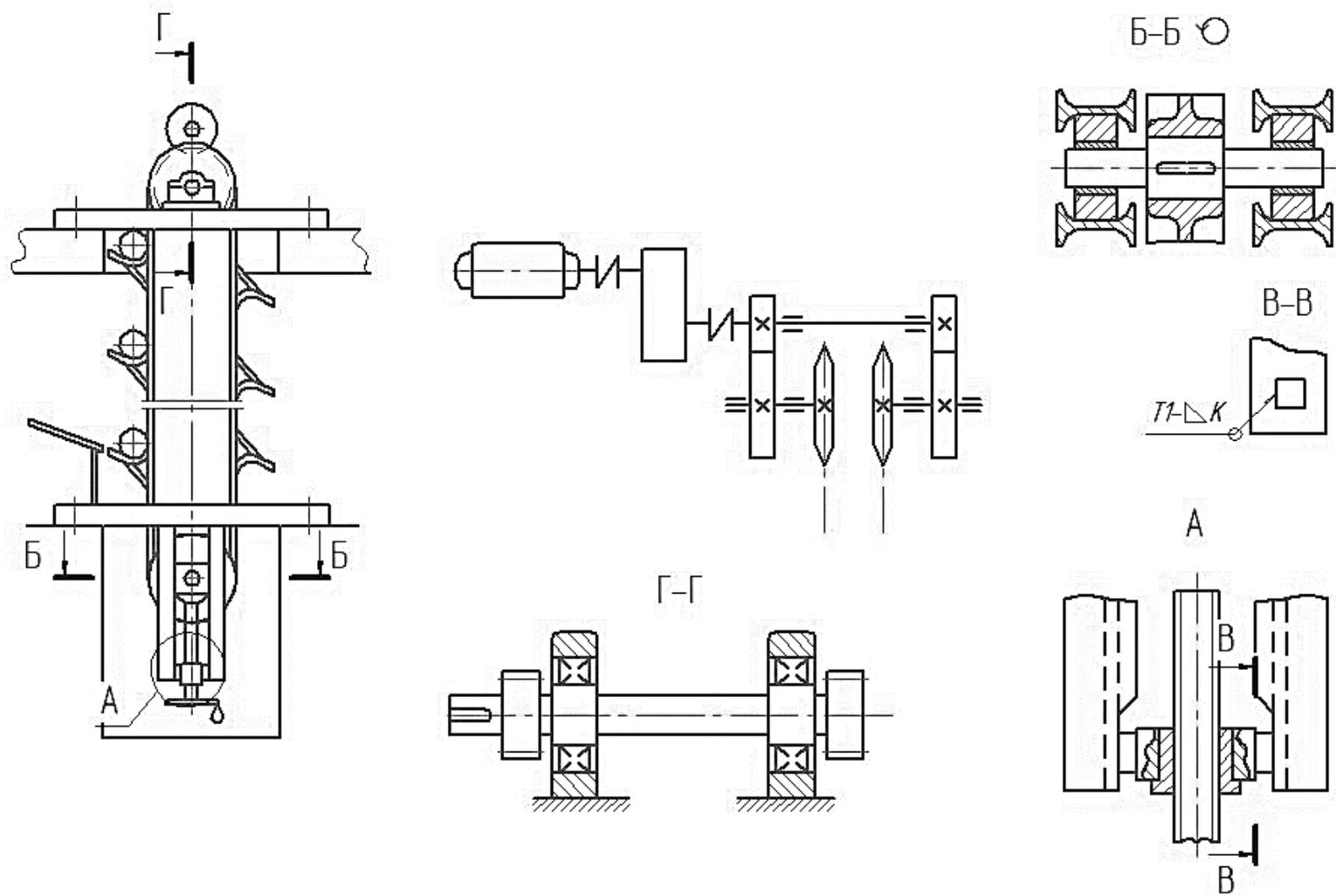


Рисунок 6 – Полочный элеватор

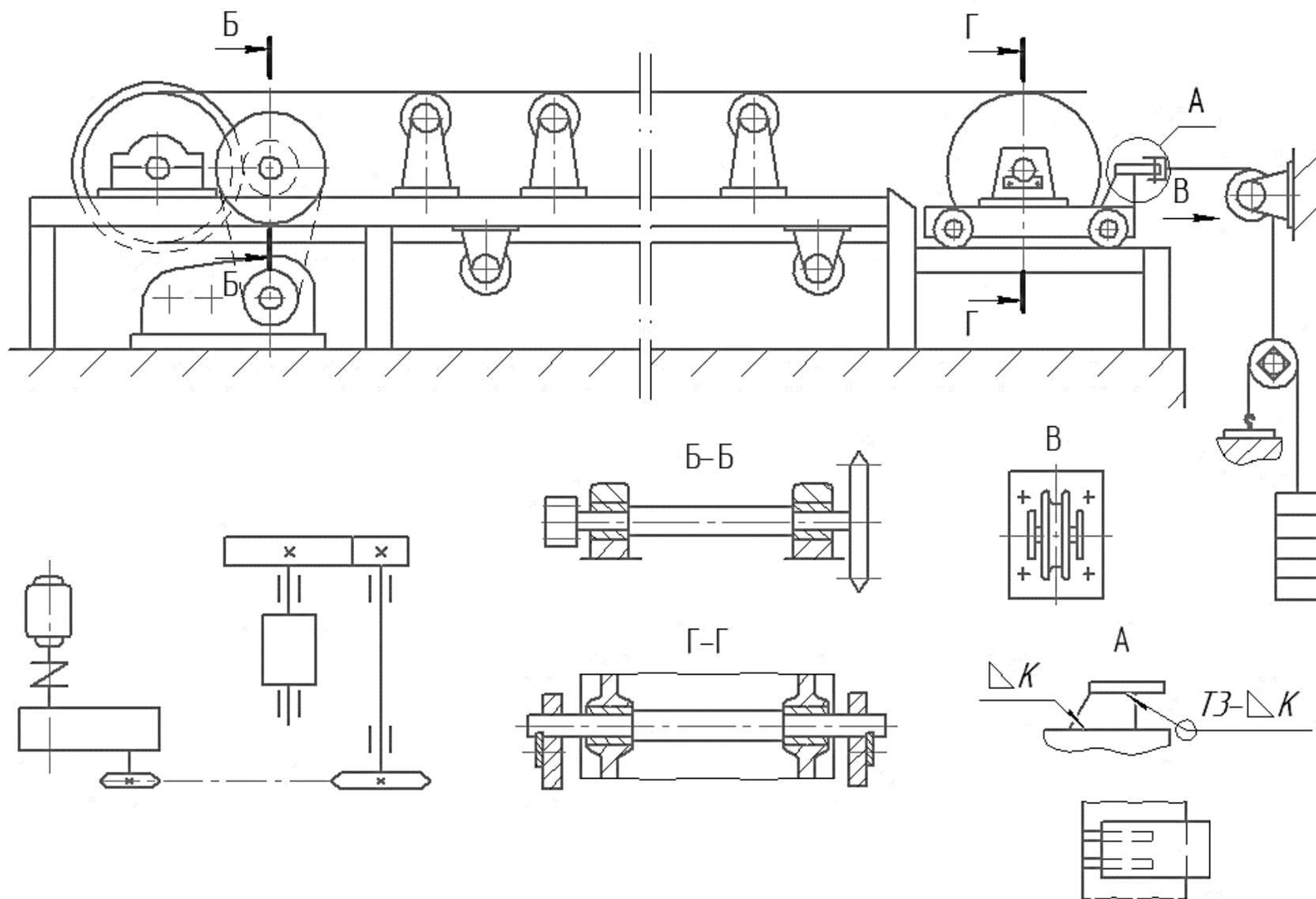


Рисунок 7 – Ленточный элеватор

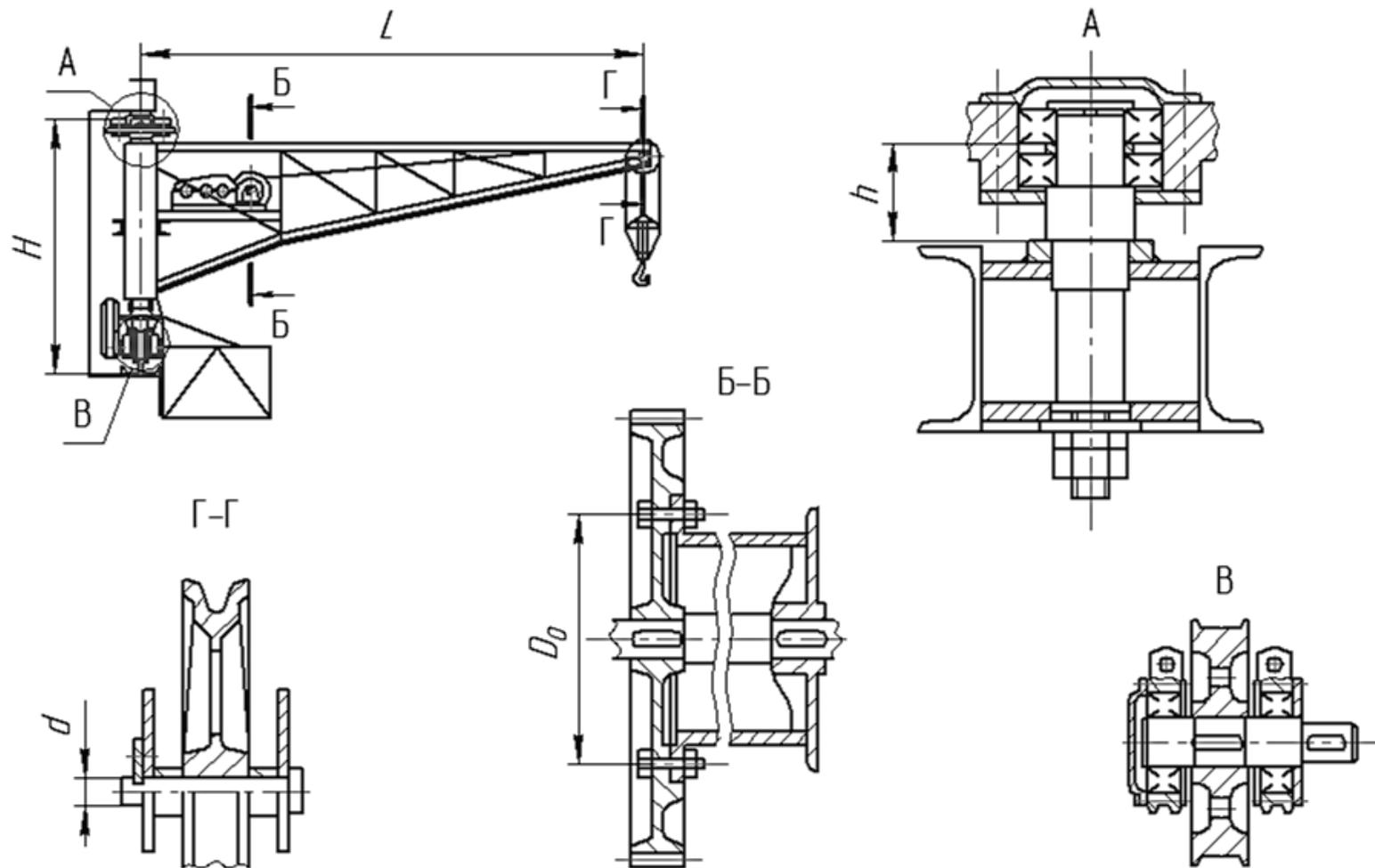


Рисунок 8 – Консольный передвижной кран