

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия
(СибАДИ)»

Кафедра «Механика»

**Теория механизмов и машин
Методические указания
и задания на курсовое проектирование**

Омск
Издательство СибАДИ
2013

УДК 621.039
ББК 34.42

Авторы: П.А. Корчагин, М.Ю. Архипенко, Е.Ф. Лазута, Л.С. Столярова
Рецензент д-р техн. наук, проф. В.С. Щербаков

Работа одобрена научно-методическим советом направлений 190600, 190100 в качестве методических указаний.

Теория механизмов и машин: Методические указания и задания на курсовое проектирование / П.А. Корчагин, М.Ю. Архипенко, Е.Ф. Лазута и др. – Омск: СибАДИ, 2013. – 55 с.

Представлены образцы заданий для курсового проектирования, приведены основные положения по выполнению курсовых работ и курсовых проектов, примеры оформления расчетно-пояснительной записки, выполнения диаграмм, чертежей, иллюстраций для направлений 190600 и 190100.

Ил. 2. Библиогр.: 8 назв.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Цель работы	4
2. Выбор задания	4
3. Содержание работы	4
3.1. Первый лист «Кинематический анализ рычажного механизма».....	4
3.2. Второй лист «Кинетостатический расчет рычажного механизма»	5
3.3. Третий лист «Динамический расчет рычажного механизма».....	5
3.4. Четвертый лист «Кинематическое исследование зубчатого эпициклического механизма».....	5
4. Требования к оформлению пояснительной записки	6
4.1. Построение документа.....	6
4.2. Список использованных источников	7
4.3. Изложение текста документов	8
4.4. Оформление формул.....	9
4.5. Оформление иллюстраций и приложений.....	10
4.6. Построение таблиц.....	10
4.7. Основные надписи	12
4.8. Оформление титульного листа	14
4.9. Оформление диаграмм	14
4.10. Оформление введения и заключения	16
5. Защита работы	16
Задания	17
Библиографический список	40
Приложения	41

1. Цель работы

Целью курсовой работы является закрепление теоретического материала, приобретение практических навыков при расчете механизмов.

2. Выбор задания

Задание на курсовой проект, курсовую работу выдает преподаватель. Расчетные схемы и исходные данные к ним расположены в разделе «Задания».

3. Содержание курсового проекта

Курсовой проект по теории механизмов и машин состоит из четырех основных разделов [4]:

- структурный анализ механизма;
- кинематический анализ рычажного и зубчатого механизмов;
- кинетостатический анализ рычажного механизма;
- динамический анализ рычажного механизма.

Графическая часть каждого из разделов выполняется на листах ватмана с соблюдением стандартов.

Расчеты и пояснения к ним оформляются в виде пояснительной записки (ПЗ).

3.1. Первый лист

«Кинематический анализ рычажного механизма»

Вычертить в стандартном масштабе кинематическую схему и разметку механизма для 12-ти положений входного звена (кривошипа). За начальное (нулевое) положение принять начало рабочего хода механизма.

Построить в стандартном масштабе: планы скоростей для 12-ти положений механизма, планы ускорений для 2-х положений механизма [8].

По полученным значениям построить зависимость перемещения выходного звена от угла поворота входного звена (кривошипа). Методом графического дифференцирования построить зависимости скорости и ускорения выходного звена от угла поворота входного звена (кривошипа).

3.2. Второй лист

«Кинетостатический анализ рычажного механизма»

Вычертить в стандартном масштабе отдельно для двух положений входного звена (для которых были построены планы ускорений) группы Ассура с указанием сил, действующих на звенья.

Построить планы сил для групп Ассура в стандартном масштабе. Определить реакции в кинематических парах и уравнивающую силу на входном звене.

Используя метод Жуковского [7], определить уравнивающую силу для двух положений механизма. Сравнить полученные результаты с методом планов сил.

3.3. Третий лист

«Динамический анализ рычажного механизма»

Построить зависимость приведенного момента инерции механизма от угла поворота входного звена [2].

Построить диаграмму приведенных моментов движущих сил и сил сопротивлений от угла поворота входного звена.

Построить диаграмму работ движущих сил и сил сопротивлений от угла поворота входного звена.

Построить диаграмму избыточной работы от угла поворота входного звена.

Построить диаграмму энергомасс в смещенных координатах. Определить по этой диаграмме отрезок, пропорциональный моменту инерции маховика, обеспечивающего работу механизма с заданным коэффициентом неравномерности движения.

Построить зависимость угловой скорости входного звена от угла его поворота.

Начертить маховик с указанием его основных размеров.

Результаты расчетов оформить в виде таблиц в пояснительной записке.

3.4. Четвертый лист

«Кинематическое исследование зубчатого эпициклического механизма»

Определить неизвестные числа зубьев эпициклического механизма [3].

По заданным числам зубьев и их модулю рассчитать диаметры делительных окружностей и построить в соответствующем масштабе заданную кинематическую схему механизма.

Построить картину скоростей и план чисел оборотов всех колес.

Определить передаточное отношение эпициклического механизма графическим и аналитическим способами, при этом относительная погрешность не должна превышать 5 %.

4. Требования к оформлению пояснительной записки

Пояснительная записка (ПЗ) к курсовому проекту выполняется в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105-95 «Общие требования к текстовым документам».

Текстовую часть ПЗ выполняют на листах формата А4 (210×297 мм) по ГОСТ 2.105. Текстовую часть ПЗ допускается выполнять рукописным (чернилами или пастой) или машинописным (через полтора интервала) способами на одной стороне листа. При написании текста необходимо оставлять поля от края страницы: слева – 25, справа – 8–10, сверху – 15, снизу – 25 мм. Абзацы в тексте начинают отступом, равным 15–17 мм. Основной текст пояснительной записки набирается шрифтом TimesNewRoman размер 14 светлым, либо выполняется рукописным способом [1].

Нумеруют все листы, входящие в ПЗ. Титульный лист и задание на курсовое проектирование входят в число страниц, но номер на них не ставят, то есть начало нумерации идет с 3-й страницы, которой является лист «Содержание».

Опечатки, описки и графические неточности разрешается исправлять аккуратной подчисткой и нанесением на том же месте исправленного текста. При числе исправлений более 5-ти страницу следует переписать.

Текст ПЗ должен быть разделён на разделы и подразделы, а при необходимости – на пункты и подпункты. Заголовки разделов, подразделов, пунктов и подпунктов должны быть краткими, соответствовать «Содержанию» [1].

Пример оформления ПЗ приведен в прил. 1–6.

4.1. Построение документа

Текст ПЗ должен быть кратким, чётким, исключаящим различные толкования. Разделы, подразделы должны иметь заголовки. Пункты, как правило, заголовков не имеют.

Каждый раздел рекомендуется начинать с нового листа. Номер раздела записывают арабскими цифрами без точки. Заголовок раздела записывают с абзаца с отступом 15–17 мм прописными буквами (по ГОСТ 2.104). Расстояние между заголовком раздела и текстом, а также между заголовком раздела и заголовком подраздела должно быть 23 мм, что составляет 2–1,5 интервала. Заголовки подразделов записывают с абзаца строчными буквами (кроме первой прописной). Номер подраздела состоит из номера раздела и порядкового номера подраздела, разделённых точкой, в конце номера точку не ставят. Подчёркивание и перенос слов в заголовках не допускаются. Точку в конце заголовка не ставят.

В документе большого объема на заглавном листе и, при необходимости, на последующих листах помещают содержание, включающее номера и наименование разделов и подразделов с указанием номеров листов (страниц). Слово «Содержание» записывают в виде заголовка (симметрично тексту) с прописной буквы. Наименования, включенные в содержание, записывают строчными буквами, начиная с прописной буквы. Содержание пояснительной записки представлено в прил. 2.

В конце текстового документа приводится список источников, который был использован при его составлении. Выполнение списка и ссылки на него в тексте – по ГОСТ 7.1-2003. Список использованных источников включают в содержание документа.

Нумерация страниц пояснительной записки должна быть сквозная.

4.2. Список использованных источников

В список использованных источников заносят полные наименования тех книг, которые были использованы при выполнении курсового проекта и на которые в пояснительной записке есть ссылки. Список использованных источников формируют по мере составления пояснительной записки. Каждому источнику в списке присваивают (арабскими цифрами) порядковый номер. Порядок записи использованных литературных источников в список может быть следующий:

- по алфавиту;
- в порядке, в котором литературные источники встречаются в записке.

Список использованных источников оформляют на отдельном листе. Образец оформления списка представлен в прил. 6.

4.3. Изложение текста документов

Полное наименование изделия на титульном листе, в основной надписи и при первом упоминании в тексте документа должно быть одинаковым с наименованием его в основном конструкторском документе.

Текст документа должен быть кратким, четким и не допускать различных толкований.

В документе должны применяться научно-технические термины, обозначения и определения, установленные соответствующими стандартами, а при их отсутствии – общепринятые в научно-технической литературе.

Если в документе принята специфическая терминология, то в конце его (перед списком литературы) должен быть перечень принятых терминов с соответствующими разъяснениями. Перечень включают в содержание документа.

В тексте документа не допускается применять:

- обороты разговорной речи, техницизмы, профессионализмы;
- для одного и того же понятия различные научно-технические термины, близкие по смыслу (синонимы), а также иностранные слова и термины при наличии равнозначных слов и терминов в русском языке;
- сокращения слов, кроме установленных правилами русской орфографии и государственными стандартами.

Перечень допускаемых сокращений слов установлен в ГОСТ 2.316.

Если в документе принята особая система сокращения слов или наименований, то в нем должен быть приведен перечень принятых сокращений, который помещают в конце документа перед перечнем терминов.

Условные буквенные обозначения, изображения или знаки должны соответствовать принятым в действующем законодательстве и государственных стандартах. В тексте документа перед обозначением параметра дают его пояснение, например «Временное сопротивление разрыву σ_6 ».

В документе следует применять стандартизованные единицы физических величин, их наименования и обозначения в соответствии с ГОСТ 8.417.

Единица физической величины одного и того же параметра в пределах одного документа должна быть постоянной.

Недопустимо отделять единицу физической величины от числового значения (переносить их на разные строки или страницы).

Числовые значения величин в тексте следует указывать со степенью точности, которая необходима для обеспечения требуемых свойств изделия, при этом в ряду величин осуществляется выравнивание числа знаков после запятой.

4.4. Оформление формул

В формулах в качестве символов следует применять обозначения, установленные соответствующими государственными стандартами. Пояснения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, если они не пояснены ранее в тексте, должны быть приведены непосредственно под формулой. Символы, повторно используемые в тексте, расшифровке не подлежат; при повторном использовании в формуле сразу приводят числовое значение. Пояснения каждого символа следует давать с новой строки в той последовательности, в которой символы приведены в формуле. Первая строка пояснения должна начинаться со слова "где" без двоеточия после него.

Пример:

Плотность каждого образца ρ , кг/м³, вычисляют по формуле

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad (1)$$

где m – масса образца, кг;

V – объем образца, м³.

Формулы, следующие одна за другой и не разделенные текстом, отделяют запятой.

Переносить формулы на следующую строку допускается только на знаках выполняемых операций, причем знак в начале следующей строки повторяют. При переносе формулы на знаке умножения применяют знак "×".

В документах, издаваемых нетипографским способом, формулы могут быть выполнены машинописным, машинным способами или чертежным шрифтом высотой не менее 2,5 мм. Применение машинописных и рукописных символов в одной формуле не допускается.

Формулы должны нумероваться сквозной нумерацией арабскими цифрами, которые записывают на уровне формулы справа в круглых скобках. Одну формулу обозначают – (1). Однако допускается нумерация формул в пределах раздела. В этом случае номер формулы со-

стоит из номера раздела и порядкового номера формулы, которые разделяются точкой, например, (3.1).

Ссылки в тексте на порядковые номера формул дают в скобках, например, ... в формуле (1).

4.5. Оформление иллюстраций и приложений

Количество иллюстраций должно быть достаточным для пояснения излагаемого текста. Иллюстрации (расчетные схемы, графики и др.) рекомендуется выполнять на белой нелинованной непрозрачной бумаге. Допускается использование светокопий, калек, масштабно-координатной бумаги, черно-белых фотоснимков с матовой поверхностью. Иллюстрации рекомендуется располагать в ПЗ после первого упоминания о них. Иллюстрации следует выполнять на листах формата А4. Допускается небольшие иллюстрации располагать непосредственно в тексте (не на отдельных листах). Большие по размеру иллюстрации допускается выполнять на листах, больших А4, но кратные ему (по ГОСТ 2.101), или на нескольких листах формата А4.

Все иллюстрации (если их больше одной) должны быть пронумерованы арабскими цифрами. Допускается нумеровать иллюстрации в пределах разделов ПЗ, например: Рисунок 1.1 или Рис. 1.1 (первый рисунок в первом разделе). Иллюстрации должны иметь наименование, соответствующее их содержанию и поясняющее данные (при необходимости). При размещении иллюстрации на нескольких листах название ее помещают на первом листе, поясняющие данные – на тех листах, к которым имеют отношение. Составные части иллюстрации могут иметь буквенные обозначения, которые следует записывать строчными буквами русского алфавита (*а*, *б*, *в* и т.п.) под каждой частью изображения без скобок. Страницы, на которых расположены иллюстрации, включают в общую нумерацию страниц. Листы формата более А4 учитывают как одну страницу. Ссылки на иллюстрации приводят по типу: «...на рисунке 2.1...», «...как показано на рисунке 1.2».

4.6. Построение таблиц

Окончательные результаты расчётов рекомендуется сводить в таблицы (рис. 1). Все таблицы, если их больше одной, должны иметь номер, который составляется из номера раздела и порядкового номера таблицы в нем. Номер таблицы записывается арабскими цифрами по типу: Таблица 2.1 (первая таблица во втором разделе). Название таб-

лицы следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире. При переносе части таблицы на ту же или другие страницы название помещают только над первой частью таблицы.

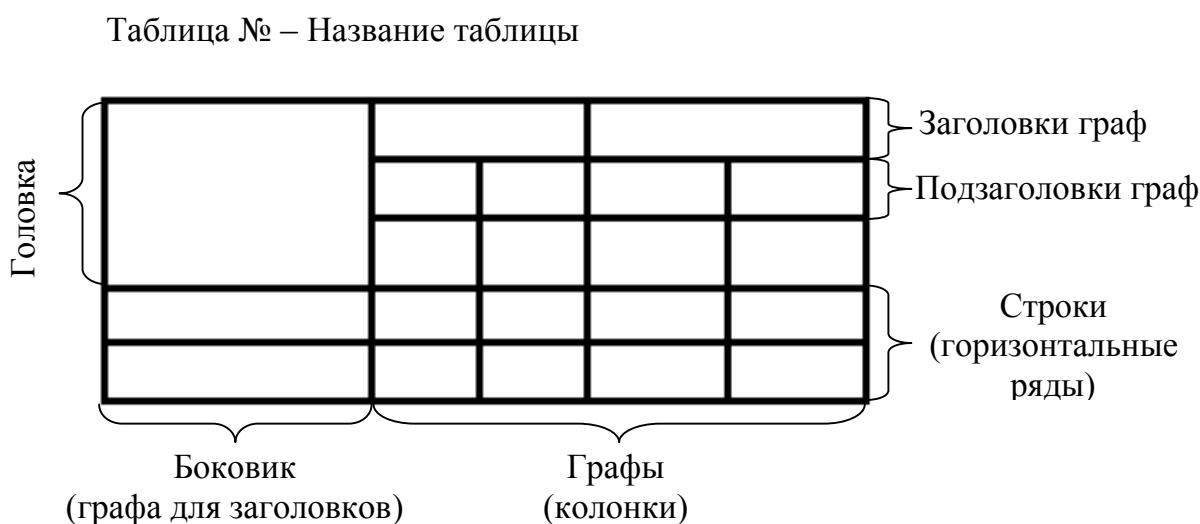


Рис. 1. Структура таблицы

На все таблицы документа должны быть приведены ссылки в тексте документа, при ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера. Заголовки граф и строк таблицы следует писать с прописной буквы, а подзаголовки граф – со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят. Заголовки и подзаголовки граф указывают в единственном числе.

Таблицы слева, справа и снизу, как правило, ограничивают линиями. Разделять заголовки и подзаголовки боковика и граф диагональными линиями не допускается.

Таблицу, в зависимости от ее размера, помещают под текстом, в котором впервые дана ссылка на нее, или на следующей странице, а при необходимости в приложении к документу. Допускается помещать таблицу вдоль длинной стороны листа документа, поворот листа по часовой стрелке. Если цифровые значения в графе приведены в одних и тех же единицах величин, то эти единицы указывают в заголовке графы. Включать в таблицу отдельную графу «Единицы величины» не рекомендуется.

Числовые значения для одного показателя должны иметь одинаковое число десятичных знаков. Если цифровые или иные данные в таблице не приводят, то в графе ставят прочерк.

Таблицу с большим количеством граф или строк допускается делить на части и размещать одну часть под другой или рядом с ней на одном листе либо переносить части таблицы на другие страницы.

Если части таблицы помещают рядом, то в каждой части повторяют головку; если части располагают одну под другой – повторяют боковину; если части переносят на другую страницу, то допускается пронумеровать графы и при переносе не повторять головку таблицы, а привести лишь номер ее граф.

Заголовок таблицы в таких случаях помещают над ее первой частью; над другими пишут слова «Продолжение табл.» и указывают номер данной таблицы. Графу «№ п /п» в таблицу не включают. При необходимости порядковые номера показателей (параметров, других данных) указывают в боковине, рядом с наименованием этих показателей. Диагональное деление головки таблицы не допускается. Высота строк таблицы должна быть не менее 8 мм.

Если в конце страницы таблица прерывается и ее продолжение будет на следующей странице, в первой части таблицы нижнюю горизонтальную линию, ограничивающую таблицу, не проводят.

4.7. Основные надписи

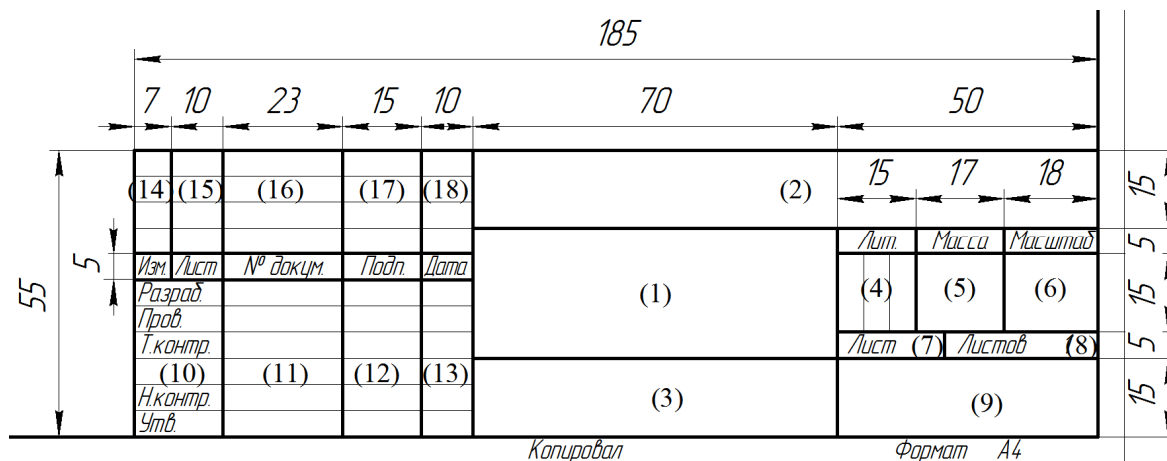
Стандартом 2.104 предусмотрено три типа основных надписей:

- для первых листов чертежей или схем (рис. 2, а);
- для первых листов текстовых документов (рис. 2, б);
- для последующих листов любых конструкторских документов (рис. 2, в).

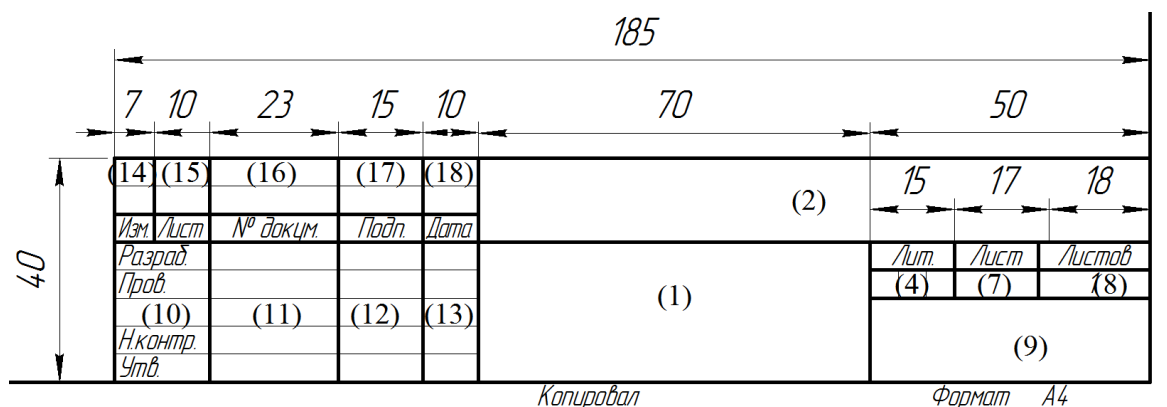
Основная надпись (рис. 2) для чертежей и схем имеет высоту 55 мм, для текстовых документов – 40 мм, для последующих листов – 15 мм. В основной надписи для текстовых документов отсутствуют графы «Масштаб», «Масса», «Обозначение материала». Основная надпись для последующих листов содержит графы «Обозначение документа», «Номер листа», «Внесенные изменения».

В графах основной надписи (ГОСТ 2.104) и дополнительных графах (номера граф на рис. 2 даны в скобках) указывают:

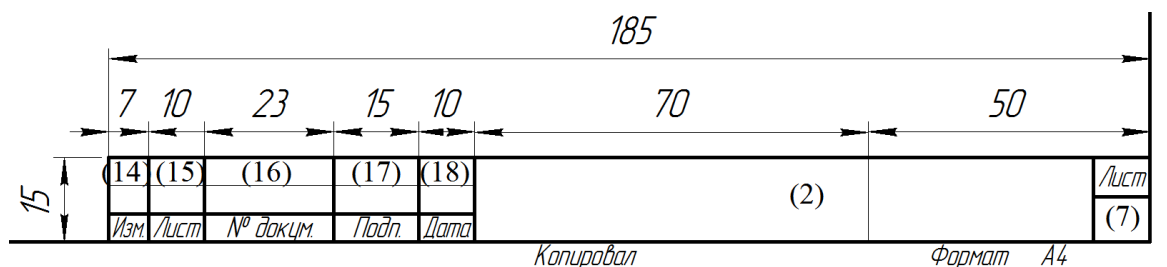
1. Наименование изделия в соответствии с ГОСТ 2.109, а также наименование документа, если этому документу присвоен код. Для изделий народнохозяйственного назначения допускается не указывать наименование документа, если его код определен ГОСТ 2.102, ГОСТ 2.601, ГОСТ 2.602, ГОСТ 2.701.



а)



б)



в)

Рис. 2. Содержание и размеры основных надписей:
 а) – для чертежей и схем; б) – для текстовых документов; в) – для последующих листов чертежей, схем и текстовых документов

2. Обозначение документа по ГОСТ 2.201.
3. Обозначение материала детали (графу заполняют только на чертежах деталей).
4. Литеру по ГОСТ 2.103, соответствующую стадии разработки документа.
5. Массу изделия по ГОСТ 2.109.
6. Масштаб в соответствии с ГОСТ 2.302 и ГОСТ 2.109.
7. Порядковый номер листа (на документах, состоящих из одного листа, графу не заполняют).
8. Общее количество листов документа.
9. Наименование или различительный индекс предприятия, выпускающего документ; графу не заполняют, если различительный индекс содержится в обозначении документа.
10. Характер работы.
11. Фамилии лиц, разрабатывавших документ.
12. Подписи лиц, разрабатывавших документ.
13. Дата подписания документа.
- 14–18. Таблица изменений в соответствии с ГОСТ 2.503.

4.8. Оформление титульного листа

Титульный лист является первым листом документа. Его оформляют на листе формата А4 по форме, приведённой в прил. 1.

4.9. Оформление диаграмм

Диаграммы следует оформлять согласно требованиям руководящего документа Р 50-77-88 (прил. 4).

Значение величин, связанных с изображаемой функциональной зависимостью, следует откладывать на осях координат в виде шкал.

В прямоугольной системе координат независимую переменную следует откладывать на горизонтальной оси (оси абсцисс), положительные значения величин следует откладывать на осях вправо и вверх от точки начала отсчета [5].

В диаграммах со шкалами оси координат следует заканчивать стрелками за пределами шкал или обозначать самостоятельными стрелками после обозначения величины параллельно оси координат.

Значение переменных величин следует откладывать на осях координат в линейном или нелинейном (например, логарифмическом) масштабах изображения.

В качестве шкалы следует использовать координатную ось или линию координатной сетки, которая ограничивает поле диаграммы.

Координатные оси как шкалы значений изображаемых величин следует разделять на графические интервалы одним из следующих способов [5]:

- координатной сеткой;
- делительными штрихами;
- сочетанием координатной сетки и делительных штрихов.

Размер графического интервала (расстояние между делительными штрихами и (или) линиями координатной сетки) следует выбирать с учетом назначения диаграммы и удобства отсчета.

Рядом с делениями сетки или делительными штрихами, соответствующими началу и концу шкалы, должны быть указаны соответствующие числа (значения величин). Если началом отсчета шкал является нуль, то его следует указывать один раз у точки пересечения шкал [5].

Многочисленные числа предпочтительно выражать как кратные 10^n , где n – целое число. Коэффициент 10^n следует указывать для данного диапазона шкалы.

Диаграммы следует выполнять линиями по ГОСТ 2.303-68. Оси координат, оси шкал, ограничивающие поле диаграммы, следует выполнять сплошной основной линией (толщиной $2S$).

Линии координатной сетки и делительные штрихи следует выполнять сплошной тонкой линией (толщиной S).

На диаграмме одной функциональной зависимости ее изображение следует выполнять сплошной основной линией (толщиной $2S$).

В диаграмме со шкалами обозначения величин следует размещать у середины шкалы с ее внешней стороны, а при объединении символа с обозначением единицы измерения в виде дроби – в конце шкалы последнего числа [5].

Обозначения в виде символов и математических выражений следует располагать горизонтально.

Единицы измерения следует наносить одним из следующих способов [5]:

- в конце шкалы между последним и предпоследним числами шкалы, а при недостатке места допускается не наносить предпоследнее число;
- вместе с наименованием переменной величины после запятой;

- в конце шкалы после последнего числа вместе с обозначением переменной – величины в виде дроби, в числителе которой – обозначение переменной величины, а в знаменателе – обозначение единицы измерения.

Единицы измерения углов (градусы, минуты, секунды) следует наносить один раз – у последнего числа шкалы [5].

Не допускается пересечение надписей и линий. При недостатке места следует прерывать линию.

4.10. Оформление введения и заключения

В начале пояснительной записки помещают введение. Во введении кратко излагаются цель и задачи курсового проекта. Образец оформления введения представлен в прил. 2.

В конце пояснительной записки, перед списком использованных источников, помещают заключение. В заключении кратко излагают основные результаты и выводы по курсовому проекту (прил. 5).

5. Защита работы

Курсовой проект, курсовую работу после окончательного оформления подписывает студент, а после проверки – руководитель проекта.

В процессе защиты студент кратко излагает назначение и принцип работы машины или установки и особенности принятых решений при исследовании и проектировании механизма.

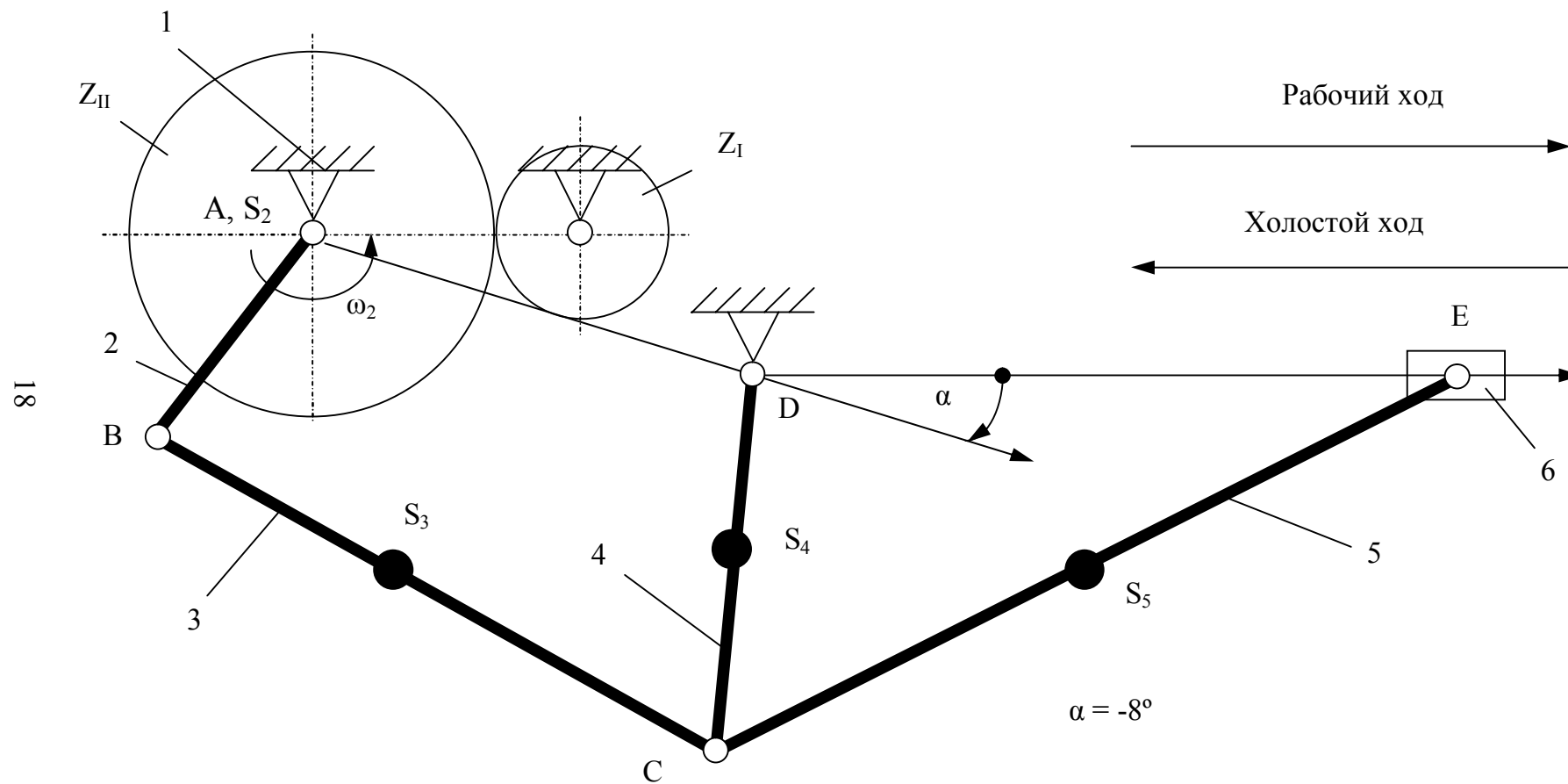
В ходе обсуждения студент должен показать, что он овладел общими методами анализа механизмов, получил навыки выполнения конкретных расчетов, может обосновать целесообразность принятия конкретных решений при проектировании и исследовании механизмов [6].

Вопросы для защиты курсового проекта, курсовой работы представлены в прил. 7.

ЗАДАНИЯ

Схема ТММ-00

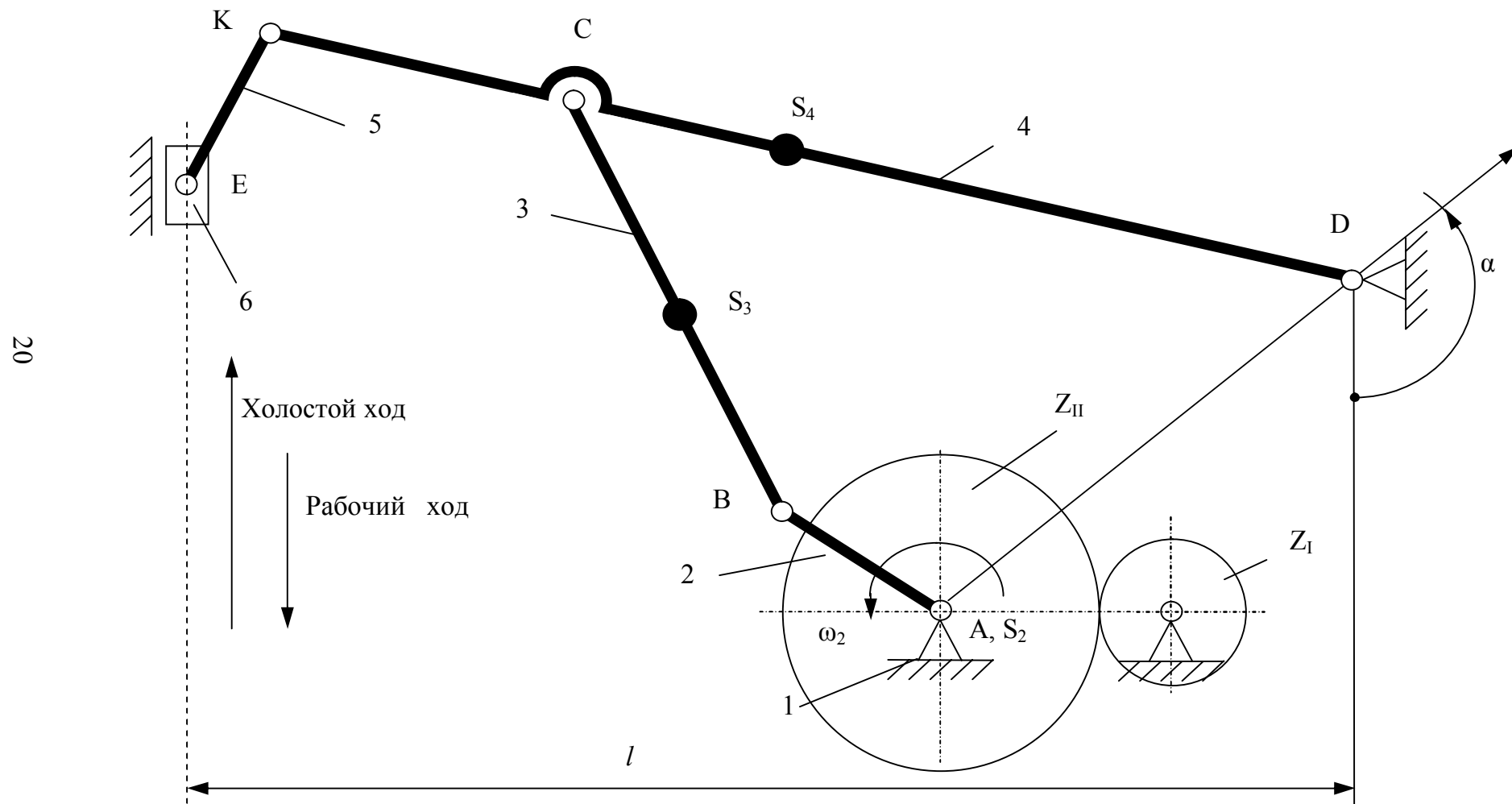
Кинематическая схема механизма качающегося конвейера



Параметры	Обозначение	Ед. измерения	Схема ТММ-00 Варианты									
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Размеры звеньев	l_{AB}	м	0,090	0,1	0,100	0,105	0,110	0,115	0,120	0,125	0,130	0,135
	l_{BC}	м	0,39	0,40	0,41	0,42	0,43	0,44	0,45	0,46	0,47	0,48
	l_{CD}	м	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38	0,39	0,40	0,41	0,42	0,43
	l_{CE}	м	0,80	0,82	0,84	0,86	0,88	0,90	0,92	0,94	0,96	0,98
	l_{AD}	м	0,30	0,31	0,32	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38	0,39
Частота вращения кривошипа	n	об/мин	80	78	76	74	72	70	68	66	64	62
Масса звеньев механизма	m_2	кг	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	10,5	11,0	11,5	12,0
	m_3	кг	15,0	15,5	16,0	16,5	17,0	17,5	18,0	18,5	19,0	19,5
	m_4	кг	16,5	17,0	17,5	18,0	18,5	19,0	19,5	20,0	20,5	21,0
	m_5	кг	87,0	87,5	88,0	88,5	89,0	89,5	90,0	90,5	91,0	91,5
	m_6	кг	410	420	430	440	450	460	470	480	490	500
Сила сопротивления на рабочем ходе	$P_{р.х.}$	кН	1,28	1,30	1,32	1,34	1,36	1,38	1,40	1,42	1,44	1,46
Сила сопротивления на холостом ходе	$P_{х.х.}$	Н	492	504	516	528	540	552	564	576	588	600
Моменты инерции звеньев	J_{S2}	кг·м ²	$J_{S2}=m l^2/2$									
	J_{Si}	кг·м ²	$J_{Si}=m l^2/12 \quad (i=3,4,5)$									
Координаты центров масс звеньев	S_i	-	Центр масс звена 2 находится в точке А, центры масс звеньев 3, 4 и 5 расположены по серединам длин этих звеньев									
Коэффициент неравномерности вращения кривошипа	δ	-	0,056	0,060	0,064	0,068	0,072	0,076	0,080	0,084	0,088	0,092
Модуль	m	мм	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Числа зубьев	Z_{II}	-	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54
	Z_I	-	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27

Схема ТММ-01

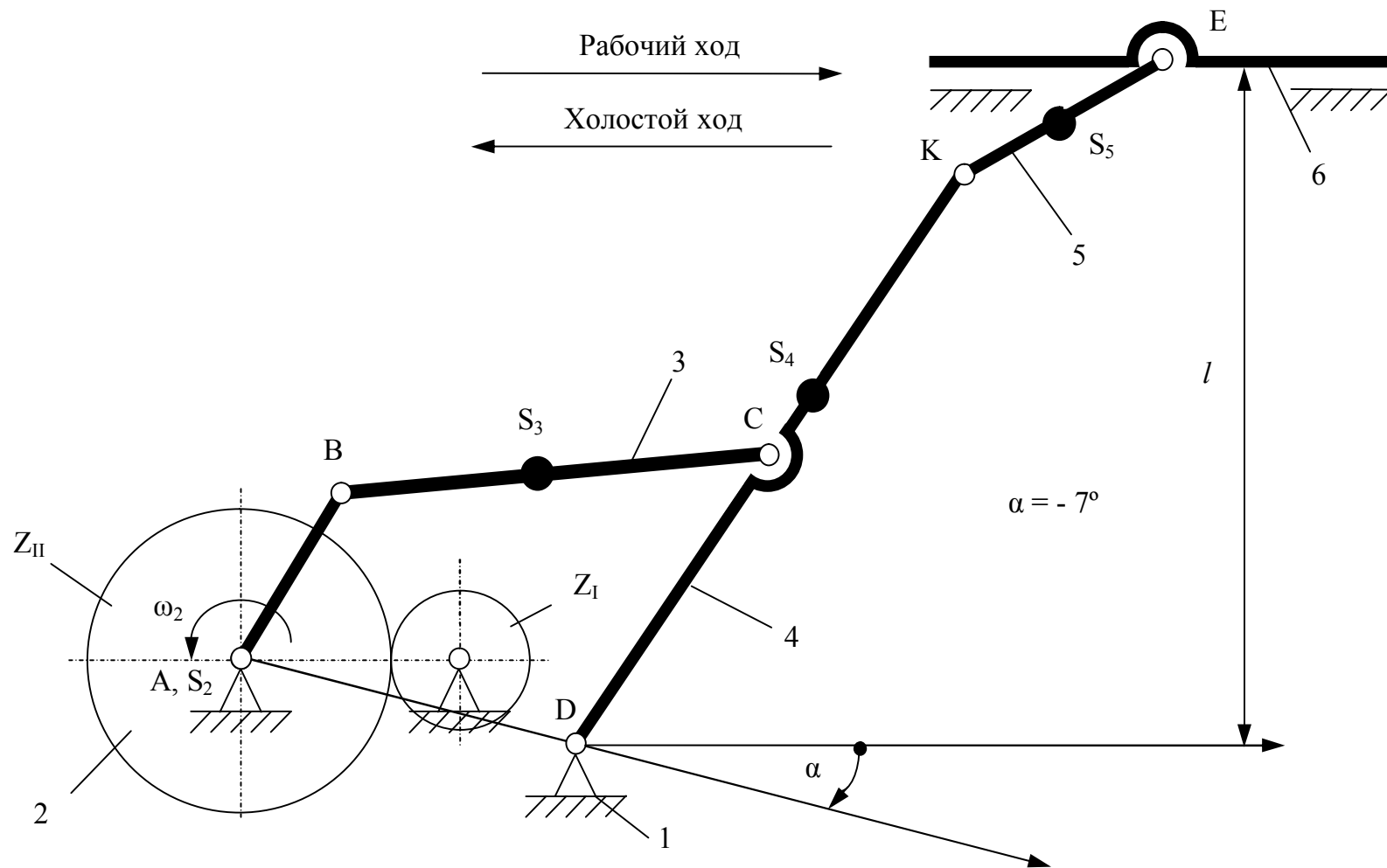
Кинематическая схема механизма вытяжного прессы



Параметры	Обозначение	Ед. измерения	Схема ТММ-01 Варианты									
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Размеры звеньев	l_{AB}	м	0,055	0,060	0,065	0,070	0,075	0,080	0,085	0,090	0,095	0,100
	l_{BC}	м	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30
	l_{CD}	м	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28
	l_{DK}	м	0,29	0,30	0,31	0,32	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38
	l_{KE}	м	0,065	0,070	0,075	0,080	0,085	0,090	0,095	0,100	0,105	0,110
	l_{AD}	м	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34
	α	град	160	158	156	154	152	150	148	146	144	142
	l	м	0,23	0,25	0,27	0,29	0,31	0,33	0,35	0,37	0,39	0,41
Частота вращения кривошипа	n	об/мин	180	175	170	165	160	155	150	145	140	135
Масса звеньев механизма	m_2	кг	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35
	m_3	кг	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55
	m_4	кг	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	10,5
	m_5	кг	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	m_6	кг	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Сила сопротивления на рабочем ходе	$P_{cp.x.}$	кН	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
Сила сопротивления на холостом ходе	$P_{cx.x.}$	кН	0,31	0,32	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38	0,39	0,4
Моменты инерции звеньев	J_{S2}	кг·м ²	$J_{S2}=m \cdot l^2/2$									
	J_{S3}, J_{S4}	кг·м ²	$J_{Si}=m \cdot l^2/12$									
Координаты центров масс звеньев	S_i	-	Центр масс звена 2 находится в точке А центры масс звеньев 4 и 5 расположены по серединем длин этих звеньев									
Коэффициент неравномерности вращения кривошипа	δ	-	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21
Модуль	m	мм	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Числа зубьев	Z_{II}	-	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
	Z_I	-	27	30	32	35	37	40	42	45	47	50

Схема ТММ-02

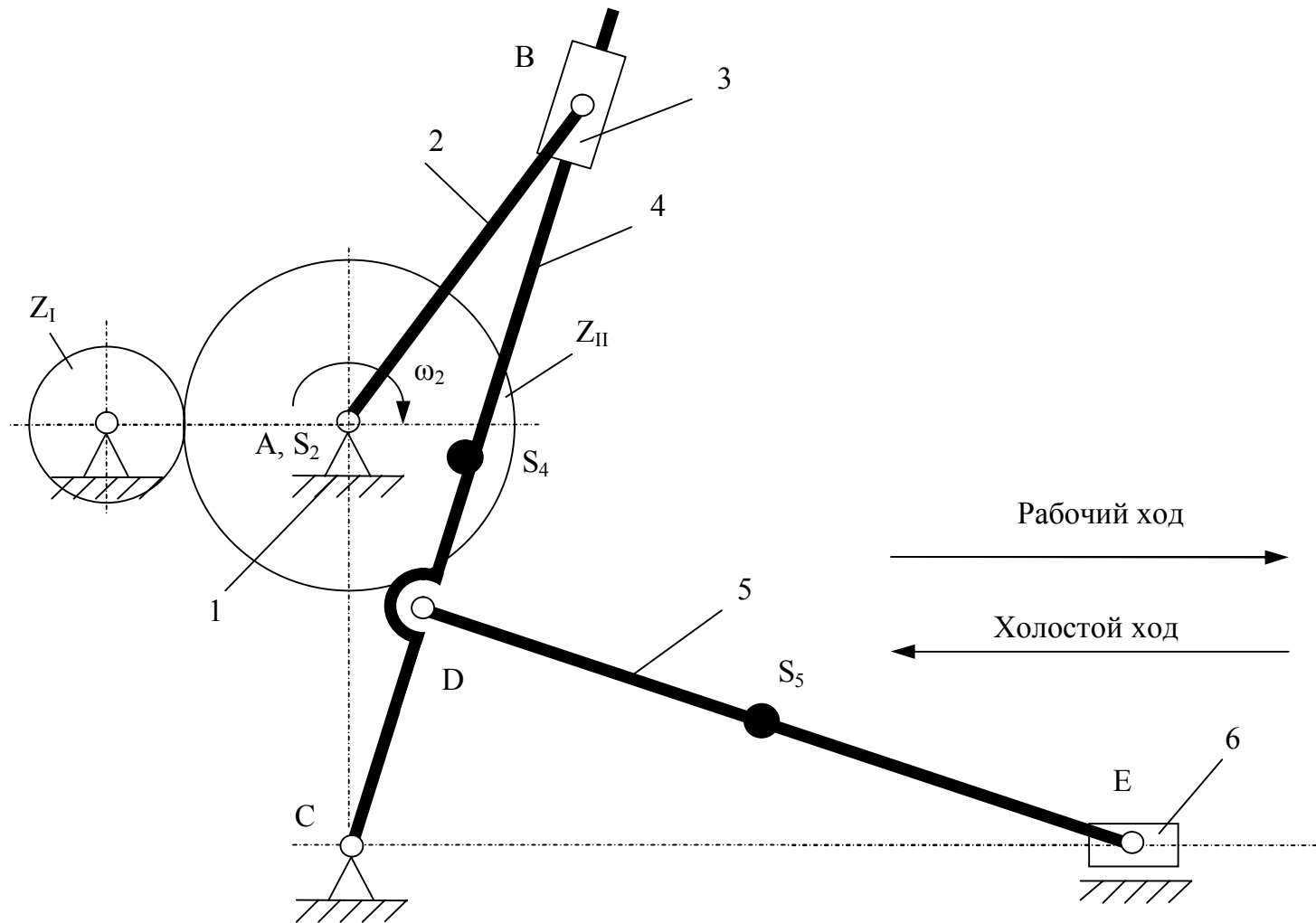
Кинематическая схема механизма транспортера



Параметры	Обозначение	Ед. измерения	Схема ТММ-02 Варианты									
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Размеры звеньев	l_{AB}	м	0,212	0,218	0,224	0,230	0,236	0,242	0,248	0,254	0,260	0,266
	l_{BC}	м	0,74	0,76	0,78	0,80	0,82	0,84	0,86	0,88	0,90	0,92
	l_{CD}	м	0,480	0,495	0,510	0,525	0,540	0,555	0,570	0,585	0,600	0,615
	l_{DK}	м	1,14	1,17	1,20	1,23	1,26	1,29	1,32	1,35	1,38	1,41
	l_{KE}	м	0,56	0,58	0,60	0,62	0,64	0,66	0,68	0,70	0,72	0,74
	l_{AD}	м	0,64	0,66	0,68	0,70	0,72	0,74	0,76	0,78	0,80	0,82
	l	м	1,18	1,22	1,26	1,30	1,34	1,38	1,42	1,46	1,50	1,54
Частота вращения кривошипа	n	об/мин	50	48	46	44	42	40	38	36	34	32
Масса звеньев механизма	m_2	кг	1,32	1,34	1,36	1,38	1,40	1,42	1,44	1,46	1,48	1,50
	m_3	кг	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5
	m_4	кг	4,7	4,8	4,9	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6
	m_5	кг	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1
	m_6	кг	8,2	8,4	8,6	8,8	9,0	9,2	9,4	9,6	9,8	10,0
Сила сопротивления на рабочем ходе	$P_{cp.x.}$	кН	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
Сила сопротивления на холостом ходе	$P_{cx.x.}$	Н	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
Моменты инерции звеньев	J_{S2}	кг·м ²	$J_{S2}=m l^2/2$									
	J_{Si}	кг·м ²	$J_{Si}=m l^2/12 \quad (i=3,4,5)$									
Координаты центров масс звеньев	S_i	-	Центр масс звена 2 находится в точке А, центры масс звеньев 3, 4 и 5 расположены по серединам длин этих звеньев									
Коэффициент неравномерности вращения кривошипа	δ	-	0,065	0,070	0,075	0,080	0,085	0,090	0,095	0,100	0,105	0,110
Модуль	m	мм	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Числа зубьев	Z_{II}	-	86	88	90	92	94	96	98	100	102	104
	Z_I	-	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52

Схема ТММ-03

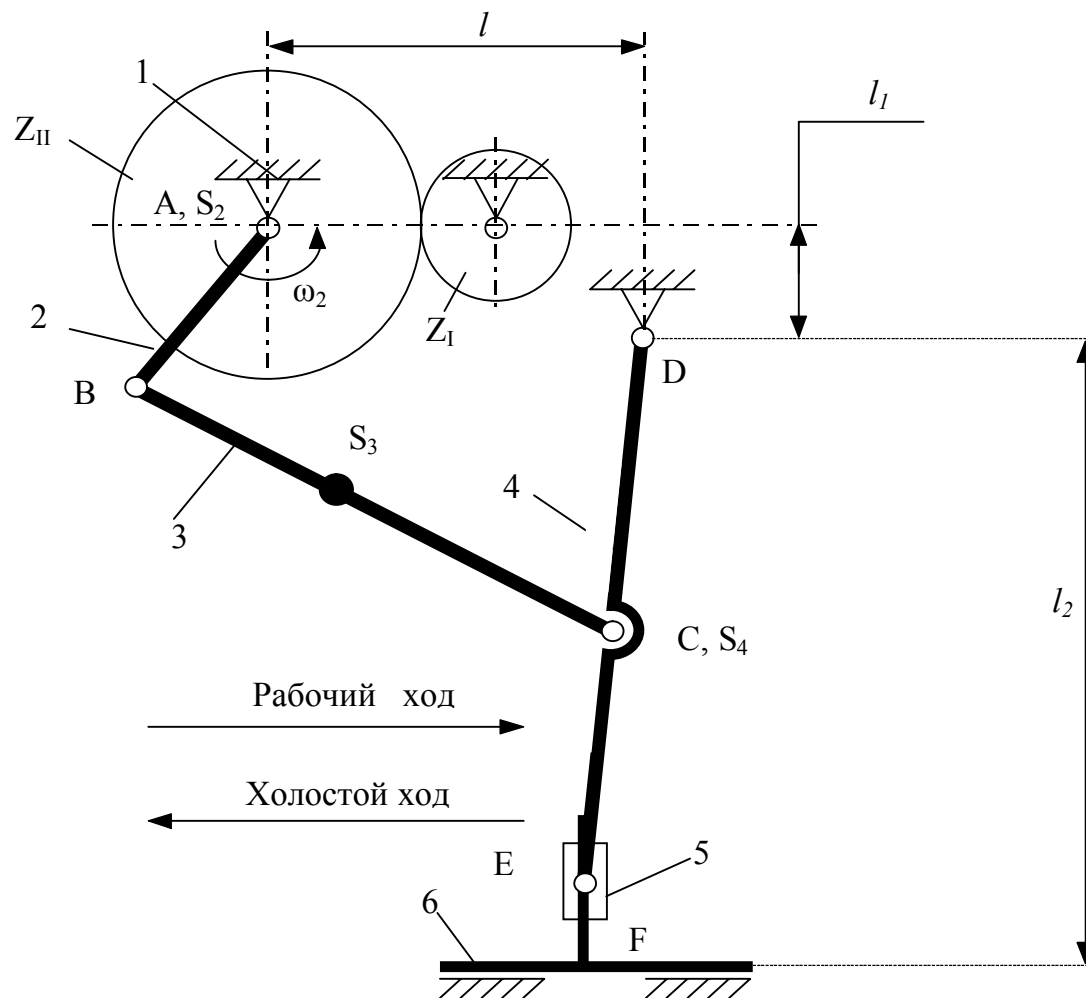
Кинематическая схема механизма прессы



Параметры	Обозначение	Ед. измерения	Схема ТММ-03 Варианты									
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Размеры звеньев	l_{AB}	м	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,095	0,085	0,07	0,065
	l_{CD}	м	0,09	0,11	0,13	0,15	0,17	0,16	0,14	0,12	0,10	0,10
	l_{DE}	м	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,21	0,19	0,17	0,15
	l_{AC}	м	0,10	0,16	0,14	0,16	0,18	0,20	0,19	0,17	0,15	0,13
Частота вращения кривошипа	n	об/мин	260	250	240	230	220	200	210	220	230	240
Масса звеньев механизма	m_2	кг	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	9,5	8,5	7,5	6,5	6,0
	m_3	кг	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1
	m_4	кг	13,0	12,0	14,0	17,0	13,0	12,0	19,0	13,0	17,0	13,0
	m_5	кг	10,0	9,0	12,0	14,0	10,0	9,0	16,0	10,0	14,0	14,0
	m_6	кг	30,0	35,0	34,0	36,0	32,0	30,0	37,0	38,0	40,0	39,0
Сила сопротивления на рабочем ходе	$P_{cp.x.}$	кН	1,00	0,90	0,80	0,70	0,60	0,65	0,75	0,85	0,95	0,78
Сила сопротивления на холостом ходе	$P_{cx.x.}$	Н	33,00	38,50	37,40	39,60	35,20	33,00	40,70	41,80	44,00	42,90
Моменты инерции звеньев	J_{S2}	кг·м ²	$J_{S2}=m l^2/2$									
	J_{S4}	кг·м ²	0,84	0,75	0,80	0,90	0,95	0,85	1,0	1,1	1,2	1,25
	J_{S5}	кг·м ²	$J_{S5}=m l^2/12$									
Координаты центров масс звеньев	S_i	-	Центр масс звена 2 находится в точке А, центр масс звена 5 расположен по середине этого звена									
	l_{CS4}	м	0,108	0,132	0,156	0,18	0,204	0,192	0,168	0,144	0,12	0,12
Коэффициент неравномерности вращения кривошипа	δ	-	0,05	0,06	0,07	0,07	0,06	0,08	0,05	0,07	0,08	0,06
Модуль	m	мм	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Числа зубьев	Z_{II}	-	50	60	70	80	90	100	95	85	70	65
	Z_I	-	25	30	35	40	45	50	45	40	35	30

Схема ТММ-04

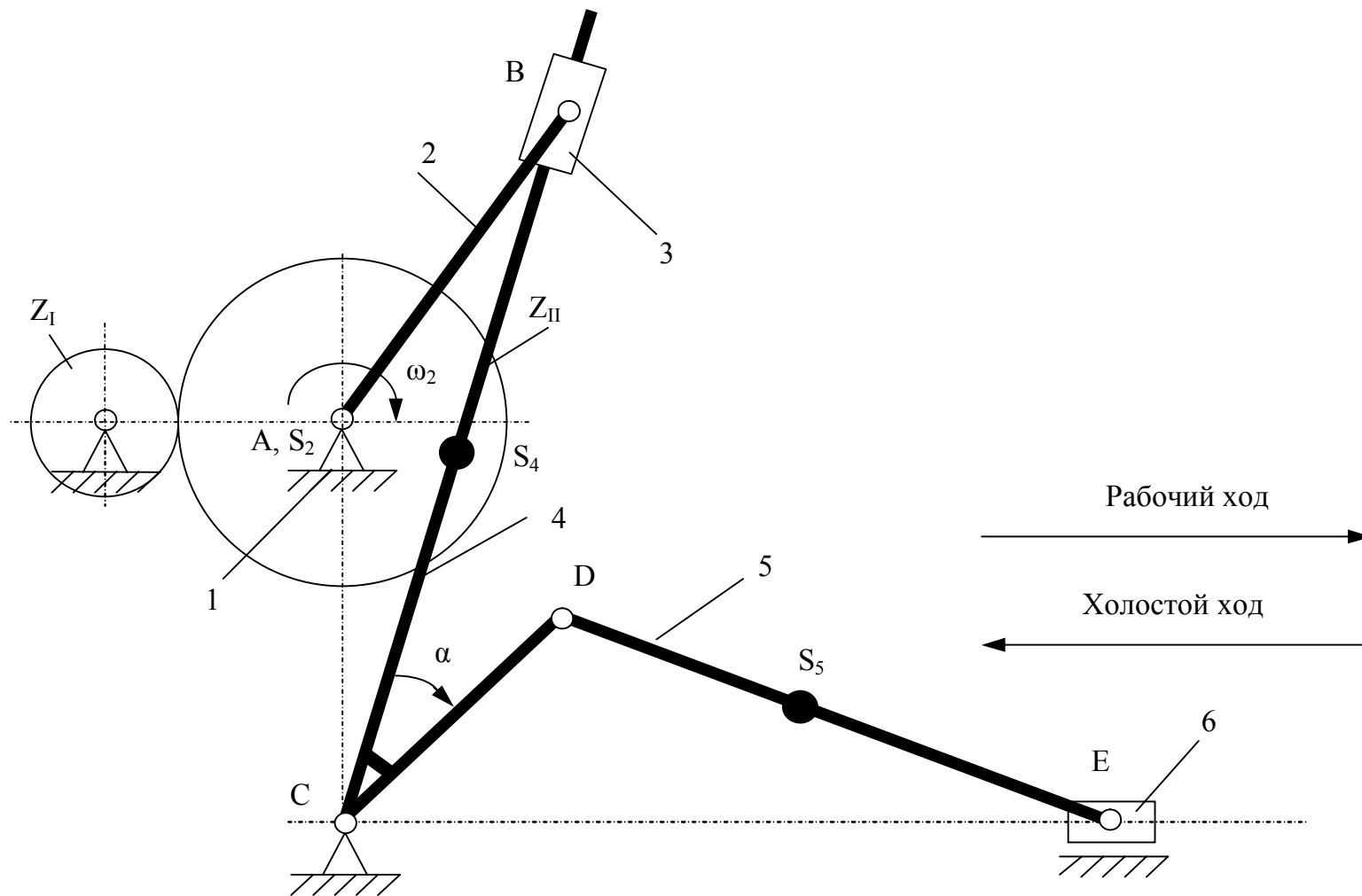
Кинематическая схема механизма конвейера



Параметры	Обозначение	Ед. измерения	Схема ТММ-04 Варианты									
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Размеры звеньев	l_{AB}	м	0,09	0,10	0,10	0,11	0,11	0,12	0,12	0,13	0,14	0,14
	l_{BC}	м	0,38	0,38	0,45	0,46	0,42	0,45	0,46	0,55	0,28	0,53
	l_{CD}	м	0,30	0,32	0,40	0,33	0,35	0,38	0,39	0,40	0,35	0,45
	l_{DE}	м	0,60	0,64	0,80	0,66	0,70	0,76	0,78	0,80	0,70	0,90
	l	м	0,30	0,29	0,35	0,34	0,32	0,35	0,33	0,41	0,32	0,40
	l_1	м	0,06	0,05	0,05	0,06	0,05	0,06	0,06	0,07	0,04	0,07
	l_2	м	0,6	0,7	0,8	0,7	0,7	0,8	0,8	0,83	0,7	0,9
Частота вращения кривошипа	n	об/мин	80	78	76	74	72	70	68	66	64	62
Масса звеньев механизма	m_2	кг	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	m_3	кг	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
	m_5	кг	400	410	420	430	440	450	460	470	480	490
	m_6	кг	800	820	840	860	880	900	920	940	960	980
Сила сопротивления на рабочем ходе	$P_{р.х.}$	кН	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1
Сила сопротивления на холостом ходе	$P_{сх.х.}$	кН	0,8	0,82	0,84	0,86	0,88	0,9	0,92	0,94	0,96	0,98
Моменты инерции звеньев	J_{Si}	кг·м ²	$J_{Si}=m_i l^2/12$ (i=2,3,4)									
Координаты центров масс звеньев	S_i	-	Центр масс звена 2 находится в точке А, центры масс звена 3 по середине этого звена									
Коэффициент неравномерности вращения кривошипа	δ	-	0,10	0,09	0,07	0,09	0,07	0,10	0,06	0,06	0,08	0,08
Модуль	m	мм	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Числа зубьев	Z_{II}	-	45	50	50	55	55	60	60	65	70	70
	Z_I	-	20	20	25	25	30	30	35	35	40	40

Схема ТММ-05

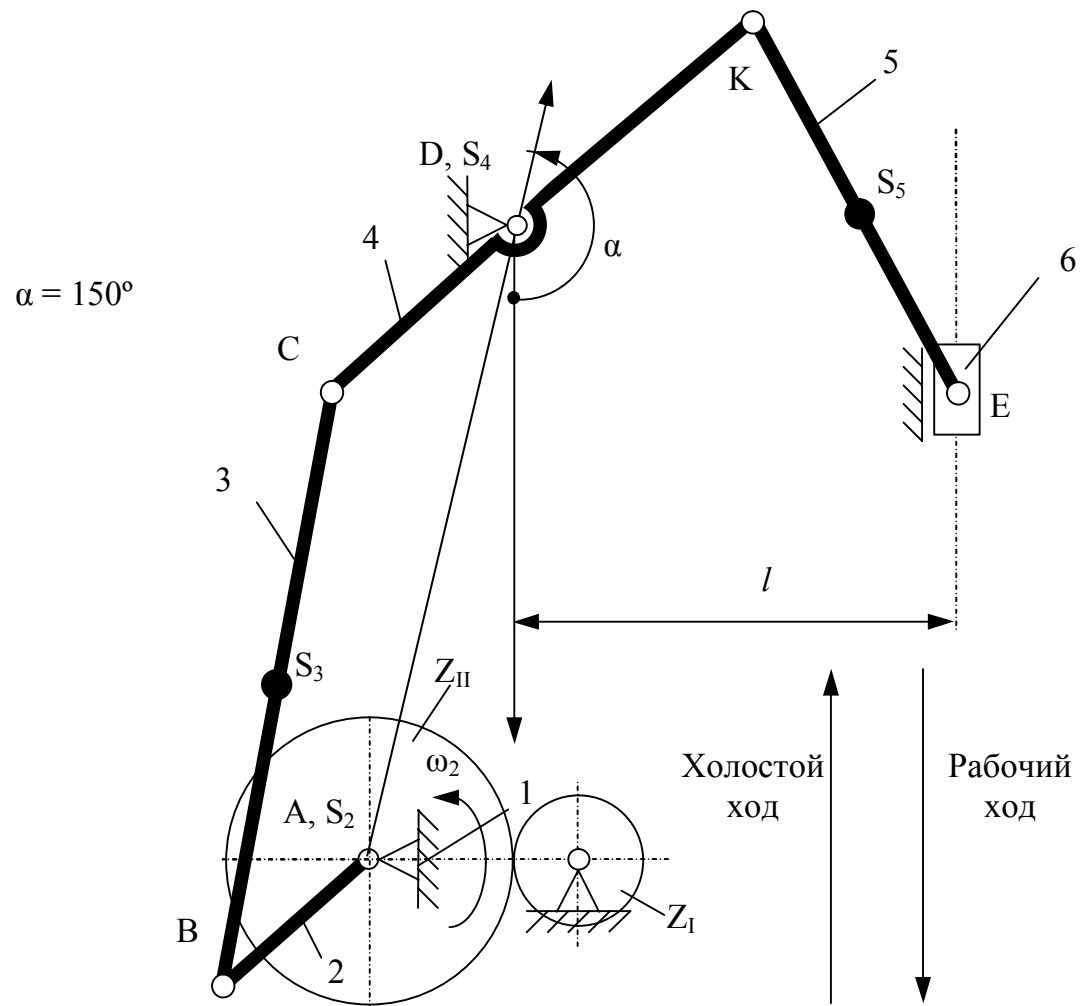
Кинематическая схема механизма прессы



Параметры	Обозначение	Ед. измерения	Схема ТММ-05 Варианты									
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Размеры звеньев	l_{AB}	м	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30
	l_{CD}	м	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20
	l_{DE}	м	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38	0,40
	l_{AC}	м	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20
	l_{CS4}	м	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22
	α	град	10	15	20	25	30	30	25	20	15	10
Частота вращения кривошипа	n	об/мин	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26
Масса звеньев механизма	m_2	кг	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	m_4	кг	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
	m_5	кг	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26
	m_6	кг	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
Сила сопротивления на рабочем ходе	$P_{cp.x.}$	кН	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2
Сила сопротивления на холостом ходе	$P_{cx.x.}$	Н	49	56	63	70	77	84	91	98	105	112
Моменты инерции звеньев	J_{S2}	кг·м ²	$J_{S2}=m l^2/2$									
	J_{S4}	кг·м ²	1,4	1,2	0,8	1,1	1,0	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2
	J_{S5}	кг·м ²	$J_{S5}=m l^2/12$									
Координаты центров масс звеньев	S_i	-	Центр масс звена 2 находится в точке А, центр масс звена 5 расположен по середине этого звена									
Коэффициент неравномерности вращения кривошипа	δ	-	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21
Модуль	m		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Числа зубьев	Z_{II}		60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
	Z_I		20	22	24	26	28	30	32	34	36	38

Схема ТММ-06

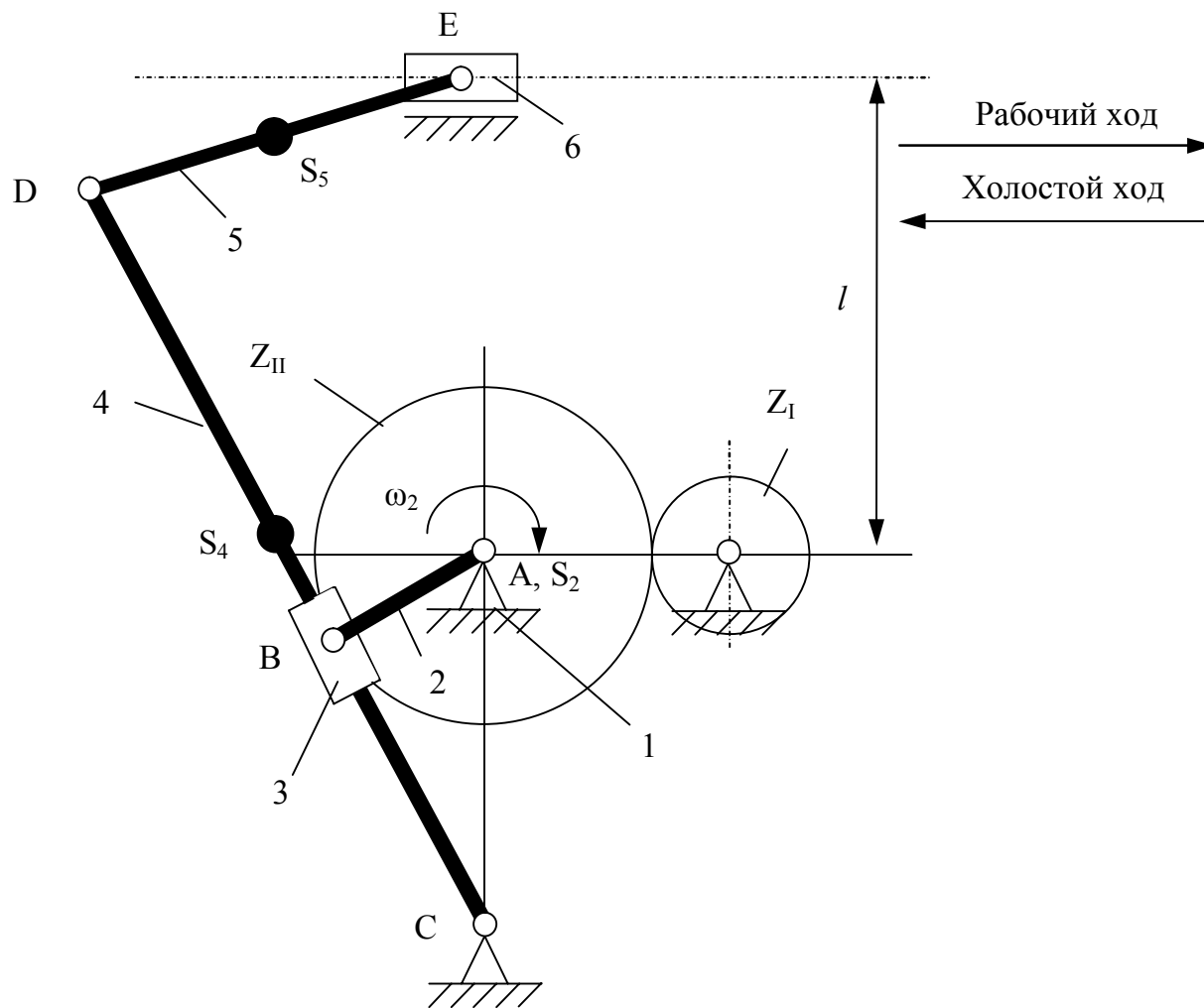
Кинематическая схема механизма поршневого компрессора



Параметры	Обозначение	Ед. измерения	Схема ТММ-06 Варианты									
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Размеры звеньев	l_{AB}	м	0,170	0,175	0,180	0,185	0,190	0,195	0,200	0,205	0,210	0,215
	l_{BC}	м	0,560	0,575	0,590	0,605	0,620	0,635	0,650	0,665	0,680	0,695
	l_{CD}	м	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38	0,39	0,40	0,41	0,42	0,43
	l_{DK}	м	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,31	0,32	0,33
	l_{KE}	м	0,58	0,60	0,62	0,64	0,66	0,68	0,70	0,72	0,74	0,76
	l_{AD}	м	0,73	0,75	0,77	0,79	0,81	0,83	0,85	0,87	0,89	0,91
	l	м	0,565	0,580	0,595	0,610	0,625	0,640	0,655	0,670	0,685	0,700
Частота вращения кривошипа	n	об/мин	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41
Масса звеньев механизма	m_2	кг	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	10,5	11,0	11,5	12,0
	m_3	кг	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
	m_4	кг	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
	m_5	кг	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	10,5	11,0	11,5
	m_6	кг	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Сила сопротивления на рабочем ходе	$P_{р.х.}$	кН	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0	4,1
Сила сопротивления на холостом ходе	$P_{сх.х.}$	Н	108,5	112	115,5	119	122,5	126	129,5	133	136,5	140
Моменты инерции звеньев	J_{S2}	кг·м ²	$J_{S2}=m l^2/2$									
	J_{S4}	кг·м ²	$J_{S4}=m l^2/6$									
	J_{Si}	кг·м ²	$J_{Si}=m l^2/12$ (i=3,5)									
Координаты центров масс звеньев	S_i	-	Центр масс звена 2 в точке А, звена 4 - в точке D, звеньев 3 и 5 расположены по серединам длин этих звеньев									
Коэффициент неравномерности вращения кривошипа	δ	-	0,085	0,090	0,095	0,100	0,105	0,110	0,115	0,120	0,125	0,130
Модуль	m	мм	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Числа зубьев	Z_{II}	-	85	87	90	92	95	97	100	102	105	107
	Z_I	-	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75

Схема ТММ-07

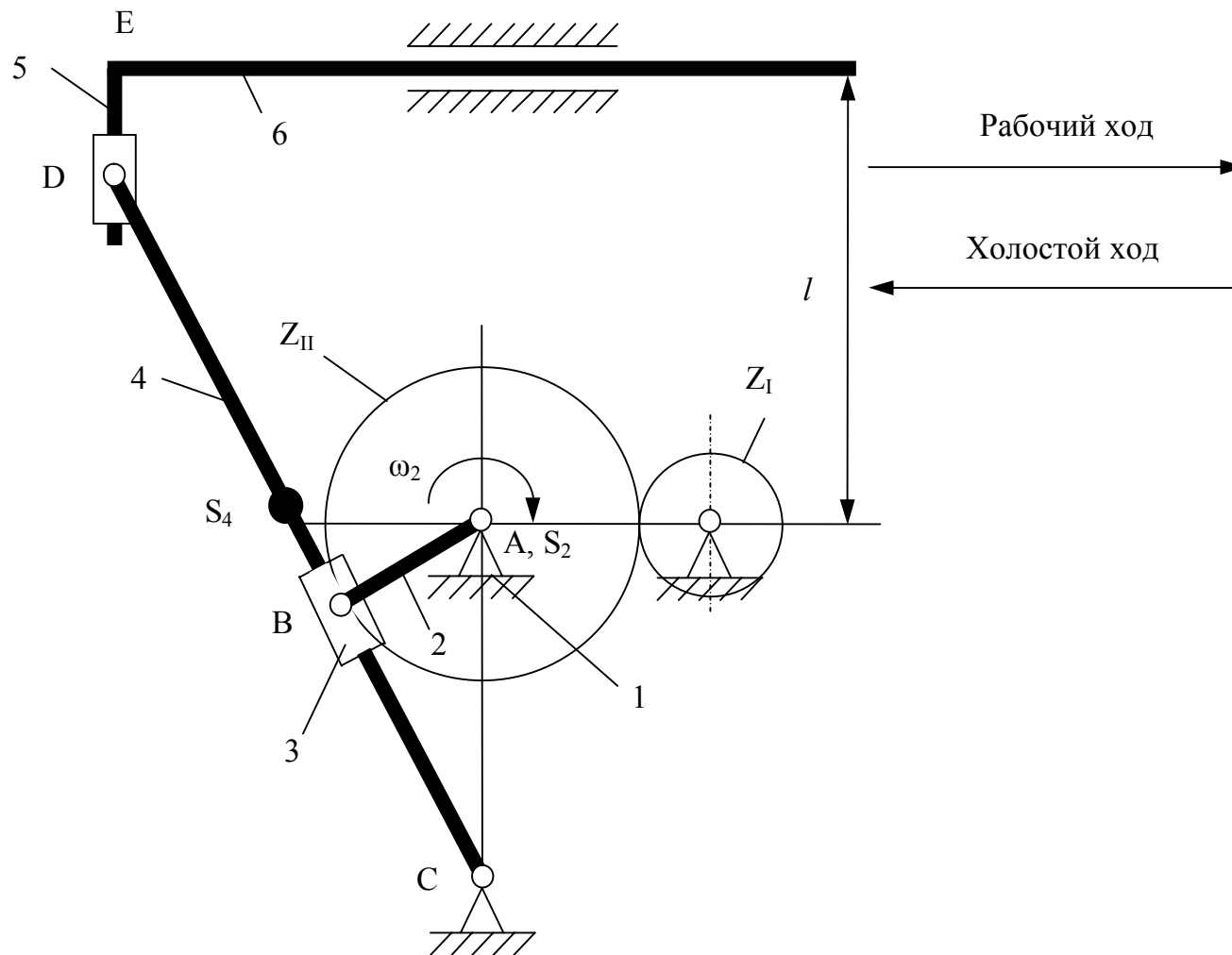
Кинематическая схема механизма поперечно-строгального станка



Параметры	Обозначение	Ед. измерения	Схема ТММ -07 Варианты									
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Размеры звеньев	l_{AB}	м	0,045	0,051	0,056	0,061	0,067	0,072	0,077	0,083	0,088	0,093
	l_{CD}	м	0,220	0,240	0,260	0,280	0,300	0,320	0,340	0,360	0,380	0,400
	l_{AC}	м	0,113	0,127	0,140	0,153	0,167	0,180	0,193	0,207	0,220	0,233
	l_{DE}	м	0,060	0,065	0,070	0,076	0,081	0,087	0,092	0,097	0,103	0,108
	l	м	0,092	0,106	0,102	0,127	0,132	0,118	0,123	0,118	0,133	0,139
Частота вращения кривошипа	n	об/мин	140	135	130	125	120	115	110	105	100	95
Масса звеньев механизма	m_2	кг	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0
	m_4	кг	23,0	25,0	27,0	29,0	31,0	33,0	35,0	37,0	39,0	41,0
	m_5	кг	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5
	m_6	кг	70,0	72,0	74,0	76,0	78,0	80,0	82,0	84,0	86,0	88,0
Сила сопротивления на рабочем ходе	$P_{р.х.}$	кН	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
Сила сопротивления на холостом ходе	$P_{х.х.}$	Н	77	79	81	84	86	88	90	92	95	97
Моменты инерции звеньев	J_{S2}	кг·м ²	$J_{S2}=m \cdot l^2/2$									
	J_{Si}	кг·м ²	$J_{Si}=m \cdot l^2/12$ (i=4, 5)									
Координаты центров масс звеньев	S_i	-	Центр масс звена 2 находится в точке А, центр масс звена 4 расположен по середине этого звена									
Коэффициент неравномерности вращения кривошипа	δ	-	0,04	0,03	0,04	0,03	0,02	0,03	0,04	0,02	0,04	0,03
Модуль	m	мм	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Числа зубьев	Z_{II}	-	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
	Z_I	-	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38

Схема ТММ-08

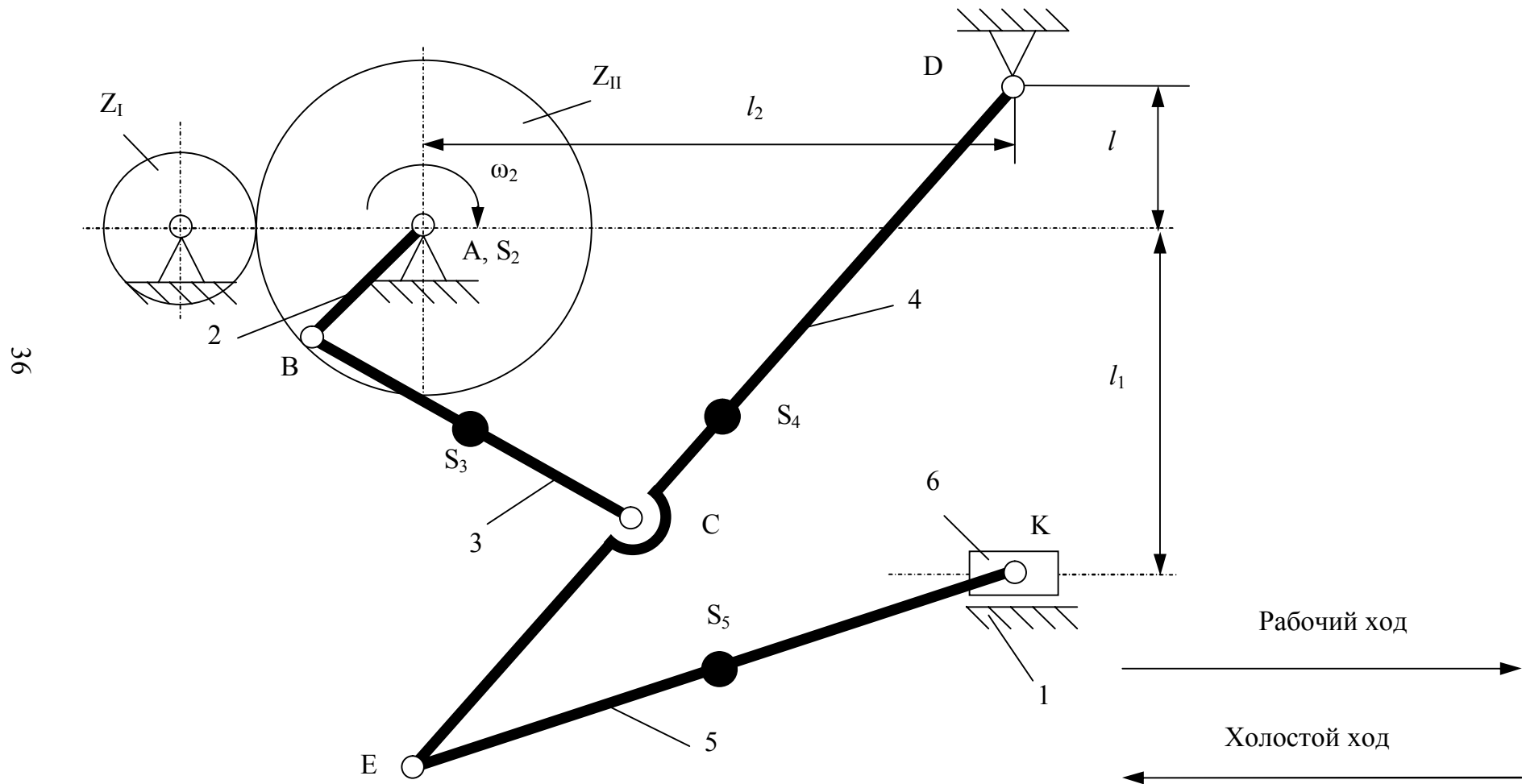
Кинематическая схема механизма брикетного автомата



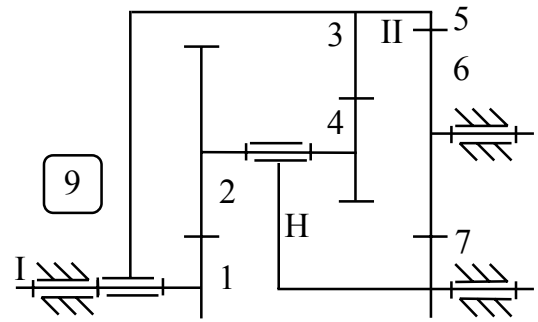
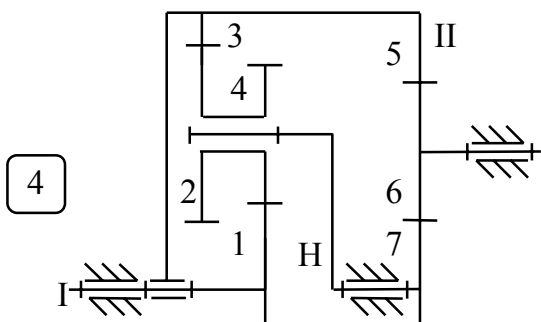
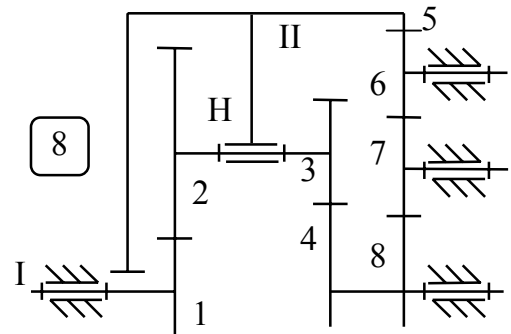
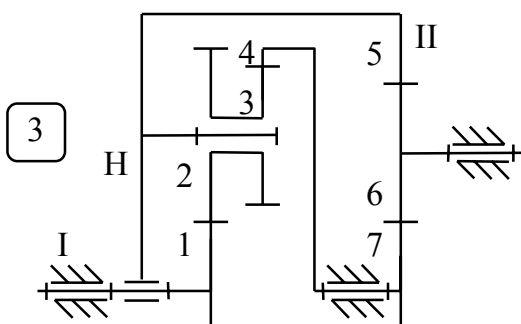
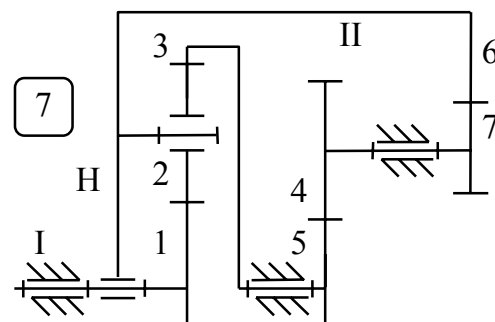
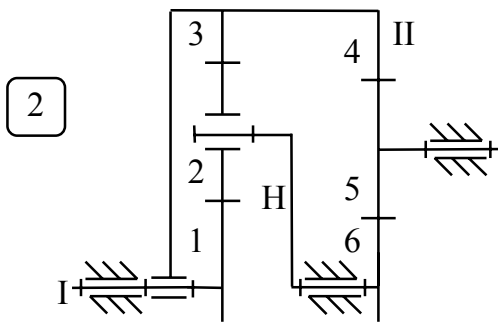
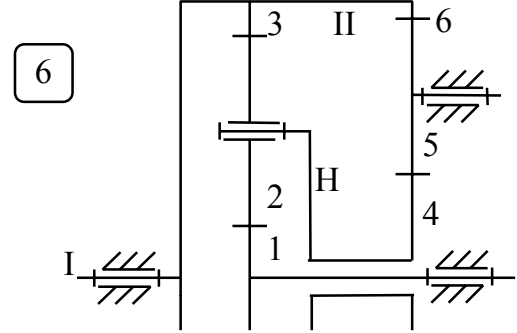
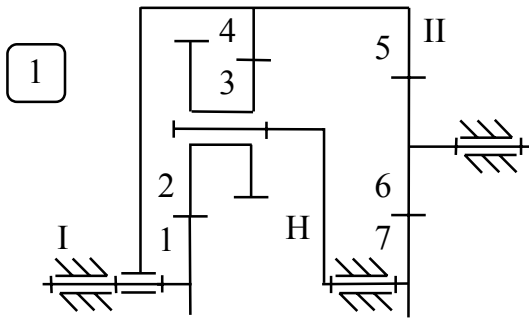
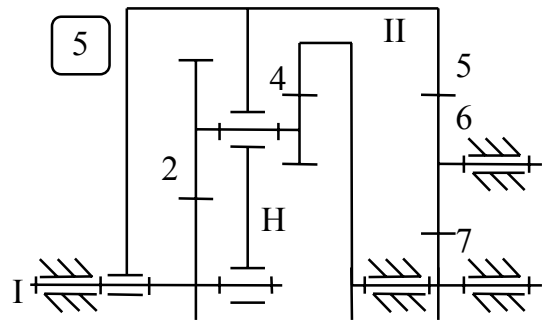
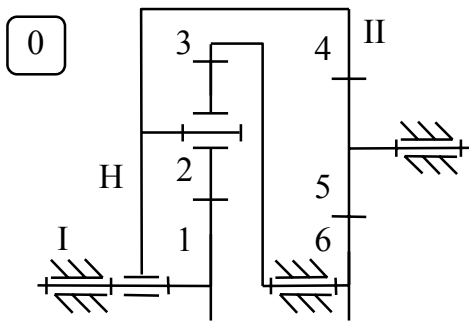
Параметры	Обозначение	Ед. измерения	Схема ТММ-08 Варианты									
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Размеры звеньев	l_{AB}	м	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19
	l_{CD}	м	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95
	l_{AC}	м	0,25	0,28	0,30	0,325	0,35	0,375	0,40	0,425	0,45	0,475
	l	м	0,30	0,325	0,35	0,375	0,40	0,425	0,45	0,475	0,50	0,525
Частота вращения кривошипа	n	об/мин	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78
Масса звеньев механизма	m_2	кг	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
	m_4	кг	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
	m_6	кг	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140
Сила сопротивления на рабочем ходе	$P_{cp.x.}$	Н	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000
Сила сопротивления на холостом ходе	$P_{cx.x.}$	Н	105	110	116	121	127	132	138	143	149	154
Моменты инерции звеньев	J_{S2}	кг·м ²	$J_{S2}=m l^2/2$									
	J_{S4}	кг·м ²	$J_{S4}=m l^2/12$									
Координаты центров масс звеньев	S_i	-	Центр масс звена 2 находится в точке А, центр масс звена 4 расположен по середине этого звена									
Коэффициент неравномерности вращения кривошипа	δ	-	0,05	0,04	0,03	0,03	0,04	0,05	0,06	0,04	0,03	0,03
Модуль	m	мм	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Числа зубьев	Z_{II}	-	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
	Z_I	-	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38

Схема ТММ-09

Кинематическая схема механизма подачи деталей



Параметры	Обозначение	Ед. измерения	Схема ТММ-09 Варианты									
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Размеры звеньев	l_{AB}	м	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,16	0,17	0,18
	l_{BC}	м	0,36	0,37	0,40	0,35	0,39	0,30	0,38	0,40	0,40	0,40
	l_{CD}	м	0,28	0,29	0,32	0,355	0,31	0,33	0,30	0,33	0,48	0,32
	l_{DE}	м	0,46	0,47	0,50	0,55	0,49	0,50	0,48	0,50	0,60	0,50
	l_{EK}	м	0,56	0,60	0,60	0,60	0,58	0,58	0,58	0,62	0,62	0,56
	l	м	0,08	0,08	0,10	0,10	0,10	0,12	0,14	0,13	0,15	0,16
	l_1	м	0,23	0,24	0,27	0,27	0,26	0,25	0,25	0,27	0,22	0,27
	l_2	м	0,25	0,275	0,3	0,325	0,35	0,375	0,4	0,4	0,425	0,45
Частота вращения кривошипа	n	об/мин	300	280	260	240	220	200	180	160	140	120
Масса звеньев механизма	m_2	кг	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	m_3	кг	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5
	m_4	кг	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0
	m_5	кг	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5
	m_6	кг	6,5	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0
Сила сопротивления на рабочем ходе	$P_{cp.x.}$	кН	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1
Сила сопротивления на холостом ходе	$P_{cx.x.}$	Н	7,8	8,4	9,6	10,8	12	13,2	14,4	15,6	16,8	18
Моменты инерции звеньев	J_{S2}	кг·м ²	$J_{S2}=m \cdot l^2/2$									
	J_{Si}	кг·м ²	$J_{Si}=m \cdot l^2/12 \quad (i=3,4,5)$									
Координаты центров масс звеньев	S_i	-	Центр масс звена 2 находится в точке А центры масс звеньев 3, 4 и 5 расположены по серединам длин этих звеньев									
Коэффициент неравномерности вращения кривошипа	δ	-	0,011	0,012	0,013	0,014	0,015	0,016	0,017	0,018	0,019	0,020
Модуль	m	мм	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Числа зубьев	Z_{II}	-	50	55	60	65	70	75	80	80	85	90
	Z_I	-	25	27	30	32	35	37	40	40	42	45



Cx.0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Z ₁	?	18	20	22	?	26	28	30	?	34
Z ₂	12	?	16	?	20	?	16	?	18	?
Z ₃	40	46	?	58	64	62	?	70	68	74
Z ₄	44	?	54	62	66	?	64	72	70	?
Z ₅	?	15	?	19	?	18	?	22	?	20
Z ₆	18	20	22	?	26	28	26	?	30	32

Cx.1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Z ₁	?	18	20	22	24	26	?	30	32	34
Z ₂	20	?	24	26	26	?	30	?	34	36
Z ₃	14	16	?	18	?	14	16	18	?	18
Z ₄	50	56	62	?	66	68	74	80	84	?
Z ₅	?	58	66	64	?	72	72	84	?	90
Z ₆	17	?	22	?	21	?	21	?	26	?
Z ₇	18	20	?	24	26	28	?	32	34	36

Cx.2	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Z ₁	?	18	20	22	?	26	28	30	?	34
Z ₂	12	?	16	?	20	?	24	?	28	?
Z ₃	40	46	?	58	64	74	?	82	88	94
Z ₄	42	48	56	?	66	78	80	?	92	98
Z ₅	?	16	?	20	?	26	?	29	?	33
Z ₆	14	?	18	20	22	?	28	28	32	?

Cx.3	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Z ₁	?	20	22	24	26	28	?	28	26	24
Z ₂	22	?	24	28	28	?	30	?	28	28
Z ₃	16	16	?	24	?	26	20	22	?	18
Z ₄	56	60	68	?	76	86	80	82	74	?
Z ₅	?	64	70	80	?	90	84	84	?	72
Z ₆	22	?	25	?	29	?	29	?	28	?
Z ₇	16	18	?	26	24	24	?	24	22	20

Cx.4	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Z ₁	?	22	24	26	28	30	?	30	28	26
Z ₂	18	18	?	20	?	24	26	30	?	26
Z ₃	52	?	64	62	68	?	82	?	70	72
Z ₄	14	16	18	?	18	20	24	26	18	?
Z ₅	?	60	66	66	?	76	86	70	?	76
Z ₆	19	?	23	?	24	?	29	?	24	?
Z ₇	18	18	?	24	22	28	?	26	24	22

Cx.5	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Z ₁	20	22	24	26	28	30	32	18	16	24
Z ₂	34	28	38	48	?	20	?	36	38	32
Z ₃	30	20	?	24	16	?	20	?	20	?
Z ₄	?	?	80	?	68	65	82	80	?	78
Z ₅	87	?	?	?	?	?	?	?	?	88
Z ₆	?	45	40	70	40	21	40	51	28	?
Z ₇	25	30	20	40	14	42	80	17	26	18

Cx.6	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Z ₁	15	30	18	20	24	40	17	27	24	60
Z ₂	34	?	31	25	38	?	23	?	32	30
Z ₃	?	60	?	?	?	80	?	81	?	?
Z ₄	19	17	20	18	22	20	?	40	?	20
Z ₅	32	17	40	36	49	?	24	?	26	65
Z ₆	?	?	?	90	?	64	78	70	74	?

Cx.7	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Z ₁	?	20	18	22	?	18	24	30	20	26
Z ₂	25	18	?	34	30	?	?	25	40	?
Z ₃	70	?	62	?	80	64	84	?	?	62
Z ₄	30	28	40	?	?	35	?	18	?	20
Z ₅	35	42	?	45	34	28	24	?	22	30
Z ₆	80	?	86	92	76	80	82	62	72	?
Z ₇	?	18	16	27	25	?	30	20	19	28

Cx.8	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Z ₁	32	25	38	45	19	24	16	20	15	14
Z ₂	?	?	40	45	35	?	45	30	60	?
Z ₃	46	35	18	?	18	35	22	20	20	14
Z ₄	50	45	?	70	?	41	?	?	?	25
Z ₅	?	?	?	?	?	?	92	?	85	?
Z ₆	22	20	20	24	21	22	19	20	17	12
Z ₇	22	20	18	28	22	22	?	45	?	16
Z ₈	18	18	18	24	22	18	16	20	17	20

Cx.9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Z ₁	?	30	30	22	?	24	20	22	16	40
Z ₂	36	60	50	30	24	32	34	30	?	40
Z ₃	80	?	?	?	68	78	?	82	20	?
Z ₄	22	20	40	48	16	?	30	?	44	40
Z ₅	?	?	90	80	?	?	?	?	?	?
Z ₆	41	35	?	31	45	50	40	70	55	40
Z ₇	18	20	18	?	30	50	80	40	40	20

Библиографический список

1. ГОСТ 2.105-95. Межгосударственный стандарт. ЕСКД. Общие требования к текстовым документам. Введ. 1996-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 1995. – 26 с.
2. Динамика рычажных механизмов: методические указания / сост.: *А.А. Чебурей, Л.С. Столярова*. – Омск: СибАДИ, 1988. – 32 с.
3. Кинематическое исследование и профилирование зубчатых передач: методические указания / сост.: *А.А. Чебурей, Л.С. Столярова*. – Омск: СибАДИ, – 1986. – 32 с.
4. *Попов С.А.* Курсовое проектирование по теории механизмов и механике машин: учеб.пособие / *С.А. Попов, Г.А. Тимофеев*; под ред. *К.В. Фролова*. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Высшая школа, 2002. – 413 с.
5. Р 50-77-88. Правила выполнения диаграмм. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 10 с.
6. Теория механизмов и машин: методические указания и задания на контрольные работы и курсовой проект / сост.: *Н.И. Левитский, Л.П. Солдаткин*. – М.: Высш. школа, 1980. – 88 с.
7. Теория механизмов и машин: методические указания / сост. *Ю.А. Попов*. – Омск: СибАДИ, 1988. – 24 с.
8. Теория механизмов и машин: задания на курсовой проект, курсовую работу и контрольную работу для студентов заоч. фак. специальностей 170900, 150200, 230100 / сост.: *П.А. Корчагин, Л.С. Столярова*. – Омск: СибАДИ, 2000. – 50 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ)»

Кафедра «Механика»

МЕХАНИЗМ КАЧАЮЩЕГОСЯ КОНВЕЙЕРА

Пояснительная записка к курсовому проекту
по дисциплине «Теория механизмов и машин»

КП-ТММ 01.01.ПЗ

Руководитель проекта
к.т.н., доцент
_____ (ФИО)
(Подпись, дата)

Проект выполнил
студент группы СНГ-08Т1
_____ (ФИО)
(Подпись, дата)

Омск – 20__

Содержание				
				4
				5
				5
				5
				6
				6
				7
				7
				8
				12
				15
				15
				16
				18
				19
				20
				22
				22
				23
				24
				25
				26
				27
				28
				29
				30
				31
				32
				КП-ТММ 01.01.ПЗ
				Лист
				3

Введение

Курсовой проект выполняется в учебных целях по заданию кафедры «Механика» от «__ . __ . 20__ г.». В курсовом проекте проводится кинематический, кинетостатический и динамический анализ механизма.

					КП-ТММ 01.01.ПЗ	Лист
						4

4 Динамический расчет механизма

Целью динамического расчета механизма является определение момента инерции маховика, обеспечивающего заданный коэффициент неравномерности хода, и расчет истинной угловой скорости звена приведения (кривошипа).

Исходные данные:

- задание на курсовой проект;
- результаты кинематического расчета (таблица 2.1);
- моменты инерции звеньев $J_2 = 0,02 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$; $J_3 = 0,01 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$.

4.1 Определение приведенного момента инерции механизма

Приведенным моментом инерции механизма J_{np}^{mex} называется момент инерции, которым должно обладать звено приведения относительно оси его вращения, чтобы кинетическая энергия этого звена равнялась сумме кинетических энергий всех звеньев механизма. Приведенный момент инерции механизма определяется по формуле /1/

$$J_{np}^{mex} = \sum_{i=1}^k \frac{m_i \cdot V_{Si}^2}{\omega^2} + \sum_{i=1}^k \frac{J_i \cdot \omega_i^2}{\omega^2}, \quad (4.1)$$

где k – число подвижных звеньев;

m_i – масса i -го звена, кг;

V_{Si} – скорость центра масс i -го звена, м/с;

ω – угловая скорость звена приведения, с^{-1} ;

J_i – момент инерции i -го звена относительно центра масс, $\text{кг}\cdot\text{м}^2$;

ω_i – угловая скорость i -го звена, с^{-1} .

Для заданной расчетной схемы формула (4.1) примет вид

$$J_{np}^{mex} = \frac{J_2 \cdot \omega_2^2}{\omega^2} + \frac{m_3 \cdot V_{S3}^2}{\omega^2} + \frac{J_3 \cdot \omega_3^2}{\omega^2} + \frac{m_4 \cdot V_{S4}^2}{\omega^2}. \quad (4.2)$$

					КП-ТММ 01.01.ПЗ	Лист
						22

Расчет приведенного момента инерции для 12-ти положений механизма проведем при помощи таблицы 4.1.

По результатам расчетов построим график зависимости приведенного момента инерции механизма от угла поворота кривошипа (рисунок 4.1).

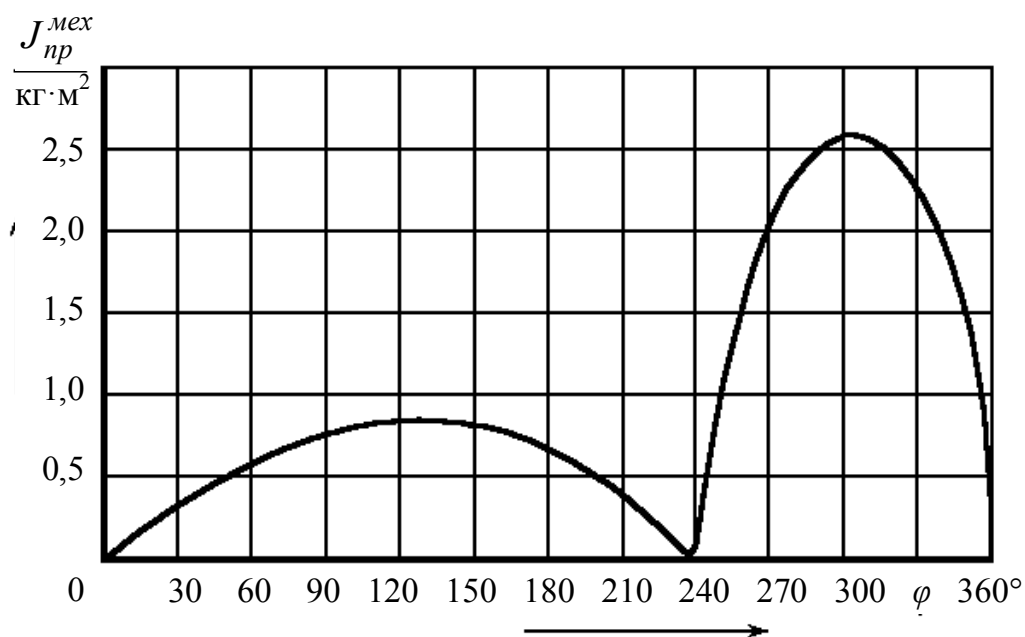


Рис. 4.1. Зависимость приведенного момента инерции механизма $J_{пр}^{мех}$ от угла поворота кривошипа

4.2 Определение приведенного момента сил сопротивления

.....

.....

.....

						Лист
					КП-ТММ 01.01.ПЗ	23

Таблица 4.1 - Расчет приведенного момента инерции механизма

φ	$J_{S2},$ кг·м ²	$\frac{m_3 \cdot V_{S3}^2}{\omega^2},$ кг·м ²	$J_{S3},$ кг·м ²	$\frac{J_3 \cdot \omega_3^2}{\omega^2},$ кг·м ²	$\frac{m_4 \cdot V_{S4}^2}{\omega^2},$ кг·м ²	$J_{np}^{мех},$ кг·м ²
0°						
30°						
60°						
90°						
120°						
150°						
180°						
210°						
240°						
270°						
300°						
360°						

					КП-ТММ 01.01.ПЗ	Лист
						24

Заключение

В ходе выполнения курсового проекта был проведен кинематический анализ механизма качающегося конвейера и определены линейные и угловые перемещения, скорости и ускорения характерных точек механизма.

В результате кинетостатического анализа были получены значения реакций в кинематических парах и уравновешивающей силы для двух положений механизма.

В результате динамического анализа был определен момент инерции маховика, равный $1,75 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$, и спроектирован маховик, обеспечивающий заданный коэффициент неравномерности вращения кривошипа. Был определен закон изменения угловой скорости звена приведения (кривошипа).

					КП-ТММ 01.01.ПЗ	Лист
						31

Список использованных источников

1. *Артоболевский И.И.* Теория механизмов и машин / *Артоболевский И.И.* – М.: Наука, 1988. – 466 с.
2. Динамика рычажных механизмов. Ч. I. Кинематический расчет механизмов: методические указания / сост.: *Л.Е. Белов, Л.С. Столярова.* – Омск: СибАДИ, 1996. – 40 с.
3. Динамика рычажных механизмов. Ч. II. Кинетостатика: методические указания / сост.: *Л.Е.Белов, Л.С. Столярова.* – Омск: СибАДИ, 1996. – 24 с.
4. Динамика рычажных механизмов. Ч. III. Примеры кинетостатического расчета: методические указания / сост.: *Л.Е.Белов, Л.С. Столярова.* – Омск: СибАДИ, 1996. – 44 с.
5. Динамика рычажных механизмов. Ч. IV. Примеры расчета: методические указания / сост.: *Л.Е. Белов, Л.С. Столярова.* – Омск: СибАДИ, 1996. – 56 с.
6. *Корчагин П.А.* Теория механизмов и машин: конспект лекций / *П.А. Корчагин* – Омск: СибАДИ, 1997. – 20с.

					КП-ТММ 01.01.ПЗ	Лист
						32

Вопросы к защите

Лист «Кинематический анализ рычажного механизма»

1. Расскажите об особенностях рычажного механизма вашей установки (название механизма, назначение механизма, название звеньев, число степеней свободы, условия связи в кинематических парах, количество кинематических пар в механизме).

2. Расскажите о структурном анализе механизма, использованного в проекте (входные и выходные звенья, начальное звено, обобщенная координата, структурные группы, образующие механизм, избыточные связи).

3. Какие конструктивные ограничения наложены на плоскую схему рычажного механизма (число степеней свободы для плоской и пространственной схем механизма, наличие избыточных связей)? Какие ограничения на движение звеньев или относительное расположение элементов кинематических пар наложены при плоском варианте схемы механизма?

4. Внесите изменения в кинематическую схему рычажного механизма, необходимые для устранения избыточных связей в случае отсутствия ограничений на относительное расположение осей кинематических пар и поверхностей элементов кинематических пар (параллельность, соосность, перпендикулярность и т. д.).

5. Расскажите о синтезе рычажного механизма (исходные данные для проектирования, ограничения на движение входного и выходного звеньев, основное условие синтеза, дополнительные условия синтеза, положения центров масс звеньев, массы в моменты инерции звеньев).

6. Расскажите о кинематических характеристиках рычажного механизма (входное и выходное звенья, кинематические передаточные функции звеньев, совершающих вращательное, поступательное, плоское движение, как определялись кинематические передаточные функции).

7. Расскажите об определении кинематических передаточных функций рычажного механизма графическим методом (планы возможных положений и скоростей). Какова последовательность кинематического анализа? Какие уравнения использованы при построении планов возможных скоростей?

8. Расскажите о последовательности кинематического анализа рычажного механизма вашей установки. Какие векторные уравнения между кинематическими параметрами были использованы? Как определяли направления векторов относительных скоростей точек? Как определяли направления угловых скоростей звеньев? Как пользовались масштабами (или масштабными коэффициентами) при графическом методе кинематического анализа рычажного механизма?

9. Расскажите об алгоритме кинематических характеристик с применением ЭВМ. Какие соотношения в аналитической форме были использованы?

Лист «Кинетостатический анализ рычажного механизма»

1. Расскажите о силовом расчете механизма (задача силового расчета, использованный метод и основные уравнения).

2. Как определяли главные векторы и главные моменты инерции для каждого из звеньев стержневого механизма?

3. В какой последовательности выполнялся силовой расчет механизма? Как было использовано условие статической определимости группы звеньев?

4. Дайте анализ сил, действующих на входные и выходные звенья механизма. Расскажите о способе задания исходных данных и их преобразовании для решения задачи об определении закона движения механизма под действием заданных сил.

5. Расскажите о классификации сил, действующих на звенья механизма, о факторах, от которых зависят действующие силы.

6. Проанализируйте векторные уравнения сил, использованные при силовом расчете. В чем состояла цель силового анализа и как она была достигнута?

7. В какой последовательности проводится силовой расчет с учетом сил трения в кинематических парах? От каких параметров зависят силы трения в кинематических парах?

8. Поясните, как влияет угловое ускорение звеньев первой группы (связанных с начальным звеном постоянным передаточным отношением) на реакции в кинематических парах входного звена.

9. Расскажите о методике определения угловых ускорений звеньев при силовом расчете механизма.

Лист «Динамический анализ рычажного механизма»

1. Расскажите об использовании в курсовом проекте методов численного и графического дифференцирования и интегрирования функций. Покажите связь между масштабами (или масштабными коэффициентами) при графическом дифференцировании и интегрировании.

2. Запишите уравнения движения звеньев механизма в форме интеграла энергии и уравнение движения динамической модели механизма.

3. Расскажите о переходе от реального механизма к его динамической модели, которая была использована при анализе движения механизма. Какие параметры характеризуют динамическую модель, от каких переменных они зависят?

4. Как определять кинетическую энергию отдельных звеньев вашего рычажного механизма, механизма в целом? При каком значении обобщенной координаты кинетическая энергия достигает максимального значения?

5. Расскажите о приведенном моменте инерции динамической модели и охарактеризуйте его составляющие. Какие уравнения были использованы при определении приведенного момента инерции механизма (модели)?

6. Расскажите о приведенном суммарном моменте сил, приложенном к динамической модели. Дайте характеристику составляющих суммарного приведенного момента сил и напишите уравнения, которые были использованы при расчетах.

7. Запишите уравнения движения звеньев механизма и динамической модели в форме интеграла энергии. Какая последовательность решения этих уравнений была вами реализована при динамическом анализе поставленной задачи?

8. Расскажите о режиме движения механизма. Какие условия необходимы для обеспечения установившегося режима движения? Как они были обеспечены при выполнении курсового проекта?

9. Расскажите о коэффициенте неравномерности движения механизма. Какие параметры оказывают влияние на коэффициент неравномерности движения?

10. Как определяли необходимый момент инерции маховика? Как изменится неравномерность движения механизма, если маховик установить на тихоходном (или на быстроходном) валу вашей установки?

11. Как определяются движущий момент на входном валу и суммарная работа сил, приложенных к звеньям механизма?

12. Как определить мощность приложенных сил и моментов на входном и выходном звеньях механизма?

13. Расскажите о причинах, влияющих на изменение угловой скорости входного звена. Можно ли уменьшить колебания угловой скорости входного звена при установившемся режиме? От каких параметров механизма это зависит при заданных размерах звеньев?

14. Расскажите о влиянии массы и силы тяжести звеньев механизма на изменение угловой скорости входного звена.

15. Объясните назначение и роль маховика при движении механизма. От каких переменных и постоянных параметров зависит необходимый момент инерции маховика?

Лист «Кинематическое исследование зубчатого эпициклического механизма»

1. Расскажите об особенностях сложных зубчатых механизмов, зубчатых планетарных редукторов и дифференциалов. Как описывается структурная формула для определения числа степеней свободы зубчатого механизма? Используйте эту формулу для анализа спроектированных зубчатых передач и планетарного механизма.

2. Используя графические построения распределения линейных скоростей звеньев планетарного редуктора, расскажите о направлении угловых скоростей звеньев в относительном движении на примере следующих кинематических пар: водило – стойка, центральное входное колесо – стойка, водило – блок сателлитов, сателлит – опорное зубчатое колесо. Какое звено имеет наибольшую угловую скорость в абсолютном движении? В относительном движении?

3. Покажите на схеме планетарного редуктора оси мгновенного вращения звеньев в относительном движении. Как они были использованы вами при кинематическом анализе планетарного механизма?

Учебное издание

«Теория механизмов и машин»

Методические указания
и задания на курсовое проектирование

Авторы: П.А. Корчагин, М.Ю. Архипенко, Е.Ф. Лазута, Л.С. Столярова

Редактор Е.В. Садина

Подписано к печати **. **. 2013
Формат 60x90 1/16. Бумага писчая
Оперативный способ печати
Гарнитура Times New Roman
Усл. п. л. 3,5, уч. - изд. л. ____
Тираж 250 экз. Заказ. № ____
Цена договорная

Издательство СибАДИ
644099, Омск, ул. П.Некрасова, 10
Отпечатано в подразделении ОП
издательства СибАДИ