

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное агентство по образованию
Южно-Уральский государственный университет
Кафедра «Обработка металлов давлением»

621.771 (07)
K563

Г.И. Коваль

СОВРЕМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ПРОКАТНЫХ ЦЕХОВ

Часть 1
**ГЛАВНЫЕ ЛИНИИ РАБОЧИХ КЛЕТЕЙ
ПРОКАТНЫХ СТАНОВ**

Учебное пособие
для самостоятельной работы студентов

Челябинск
Издательство ЮУрГУ
2008

УДК 621.771(075.8)
К563

*Одобрено
учебно-методической комиссией физико-металлургического факультета*

*Рецензенты:
Давлятин В.Г., Пелленен А.П.*

Коваль, Г.И.
К775 Современное оборудование прокатных цехов. Часть 1: Главные линии рабочих клеток прокатных станов: учебное пособие для самостоятельной работы студентов / Г.И. Коваль. — Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008.— 45 с.

В пособии в системном виде приведены основные известные схемы главных линий прокатных станов, начиная со станов, содержащих двухвалковые клетки с горизонтальными валками, и кончая планетарными станами, станами поперечно-винтовой прокатки и холодной прокатки труб.

Пособие предназначено для самостоятельной работы студентов специальностей 110600, 170300 и для выполнения ими курсовых и дипломных проектов, а также может быть полезно аспирантам и молодым специалистам, занимающихся разработкой машин для обработки металлов давлением.

УДК 621.771(075.8)

© Издательство ЮУрГУ, 2008

ВВЕДЕНИЕ

Основной машиной прокатных станов являются главные или рабочие линии, предназначенные для осуществления основной технологической операции – пластической деформации металлов и их сплавов между приводными вращающимися, качающимися, приводящимися фрикционными силами от опорных валков или опорных направляющих и деформируемого металла. При этом прокатная клеть может быть установлена стационарно, совершать возвратно-поступательное, вращательное и качательное движение. В состав прокатного стана в зависимости от его назначения и типа входит одна или несколько главных линий.

В состав механизмов и машин каждой главной линии входят прокатная клеть, один или несколько электродвигателей и механизмы, служащие для передачи крутящего момента от электродвигателей к приводным валам прокатной клетки, которые принято называть передаточными механизмами. Состав передаточных механизмов главной линии определяется конструкцией входящей в нее прокатной клетки, взаимным положением и количеством входящих в нее приводных валов, требуемой кинематикой прокатных валков и самой прокатной клетки.

В данной работе дан систематизированный обзор широко применяемых и перспективных схем главных линий прокатных станов.

1. ГЛАВНЫЕ ЛИНИИ ПРОКАТНЫХ КЛЕТЕЙ С ВРАЩАЮЩИМИСЯ В РАЗНЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ ГОРИЗОНТАЛЬНЫМИ ВАЛКАМИ

К прокатным клетям с горизонтальными валками, вращающимися в разных направлениях, относятся двух-, трех-, четырех-, шести-, двенадцати- и двадцативалковые клетки.

В состав главных линий указанных прокатных клеток 1 (рис. 1– 6) входят один или два электродвигателя 6, маховик 7, служащий аккумулятором энергии в паузах между прокатками, редуктор 5, снижающий или повышающий число оборотов электродвигателя до числа оборотов прокатных валков, шестеренная клеть 3, служащая для разделения крутящего момента, передаваемого от электродвигателя, и синхронной передачи его проводным валкам прокатной клетки 1, шпиндели 2, осуществляющие передачу крутящего момента приводным прокатным валкам непосредственно от электродвигателей 6 или от шестеренной клетки 3. Соединение валов электродвигателей 6, входных и выходных валов редукторов 5, входных валов шестеренных клеток осуществляется с помощью муфт 4. При малых передаточных отношениях шестеренную клеть 3 и редуктор 5 объединяют в одном корпусе и такой механизм называют шестеренная клеть-редуктор. Маховик 7 (см. рис. 1в) используют в составе главных линий клеток, в которых деформация чередуется с паузами между обжатиями.

Известно применение главных линий горизонтальных двухвалковых клеток с одним приводным валком (см. рис. 2).

В главных линиях клеток шаговой прокатки, совершающих при работе возвратно-поступательное движение по направляющим 10 (см. рис. 3), применяют дополнительно к указанным механизмам синхронизированные с вращением валков кривошип 8 и шатуны 9.

В многовалковых клетях с горизонтальными валками: четырех-, шести-, двенадцати- и двадцативалковых приводными делают ближайшие к деформируемому металлу валки (см. рис. 5б, 6б). При невозможности по конструктивным соображениям такого размещения привода валков приводными выполняют ближайшие опорные валки (см. рис. 5а, 6а).

В главной линии клеток с тремя горизонтальными валками чаще всего приводной от электродвигателя выполняют нижнюю шестерню шестеренной клетки (рис. 3б), иногда приводной от электродвигателя является средняя шестерня шестеренной клетки (рис. 3а) или даже верхняя шестерня.

2. ГЛАВНЫЕ ЛИНИИ ПРОКАТНЫХ КЛЕТЕЙ С ВРАЩАЮЩИМИСЯ В РАЗНЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ ВЕРТИКАЛЬНЫМИ ВАЛКАМИ

Клетки с вертикальными валками применяют для деформации металла по ширине.

В состав главных линий клеток с вертикальными валками (рис. 7– 12) входят прокатная клеть 1, шпиндели 2, шестеренные клетки 3 с цилиндрическими

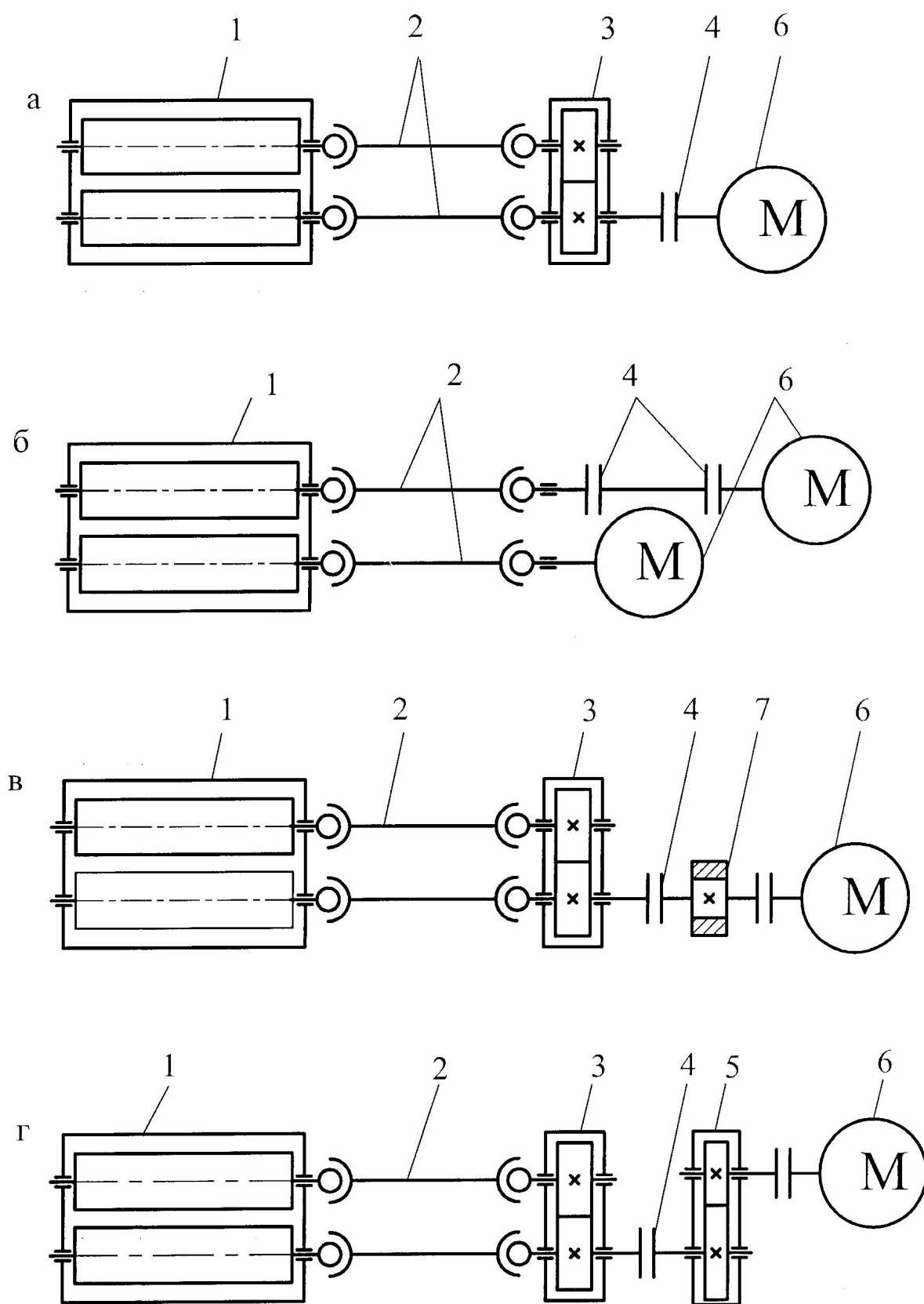
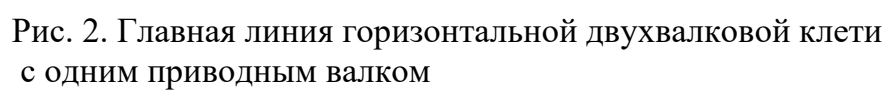


Рис. 1. Главные линии горизонтальных двухвалковых клеток



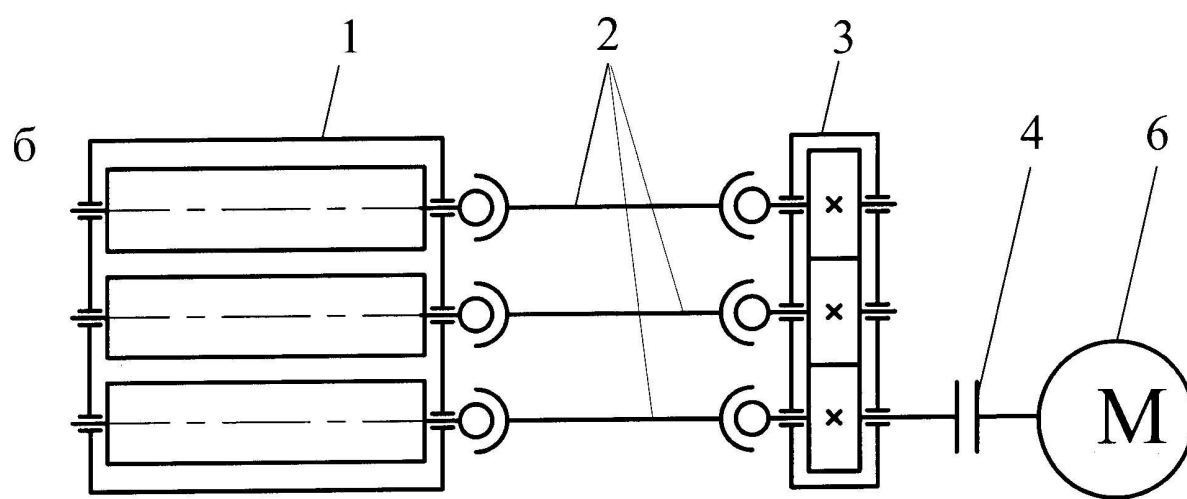
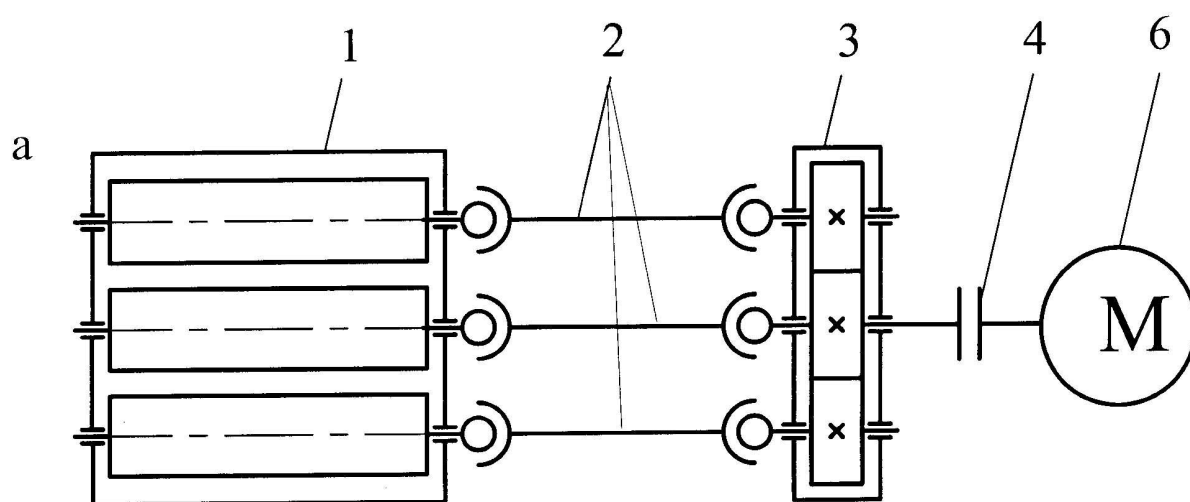


Рис. 4. Главные линии горизонтальных трехвалковых клеток

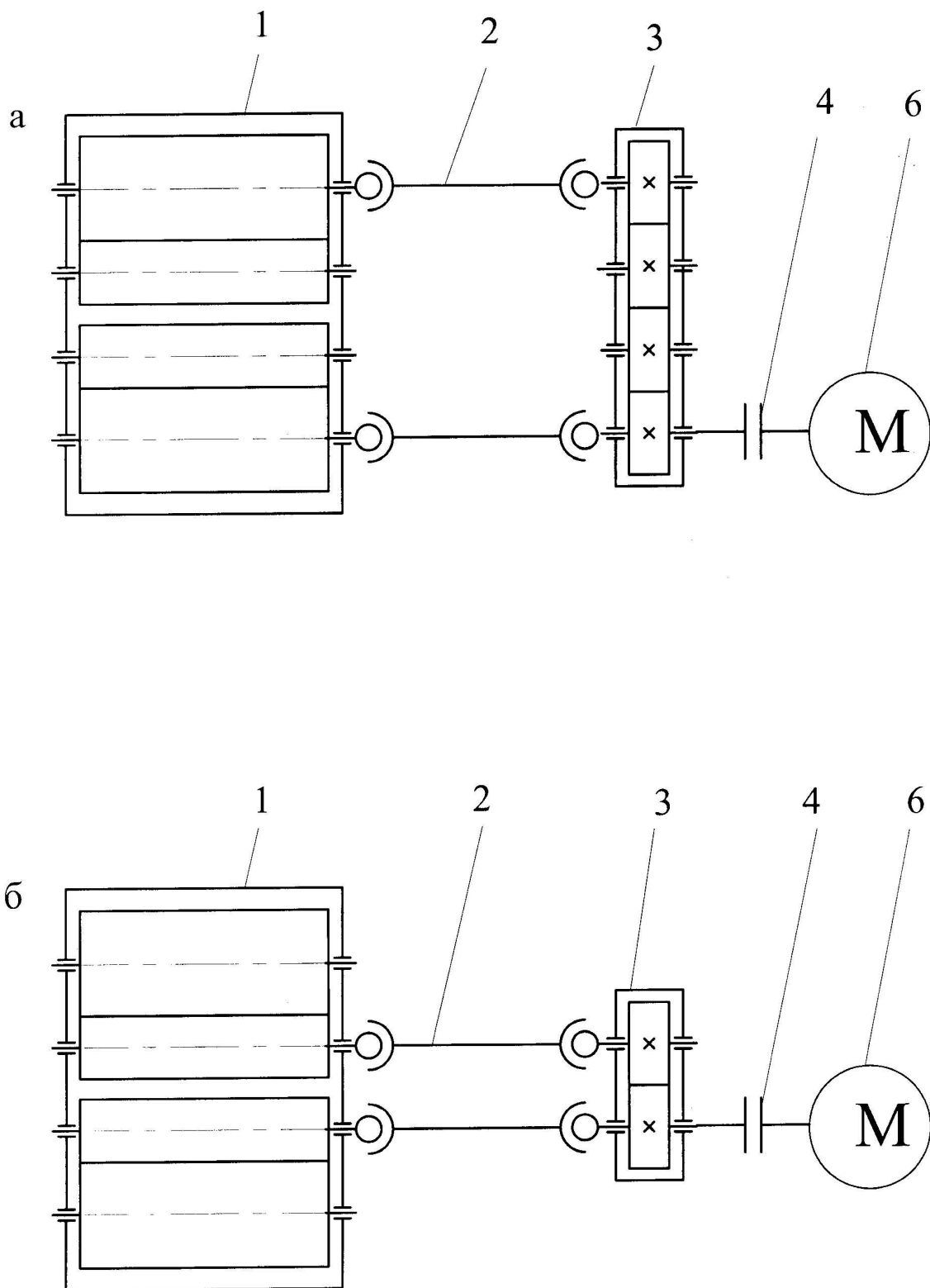


Рис. 5. Главные линии горизонтальных четырехвалковых клеток

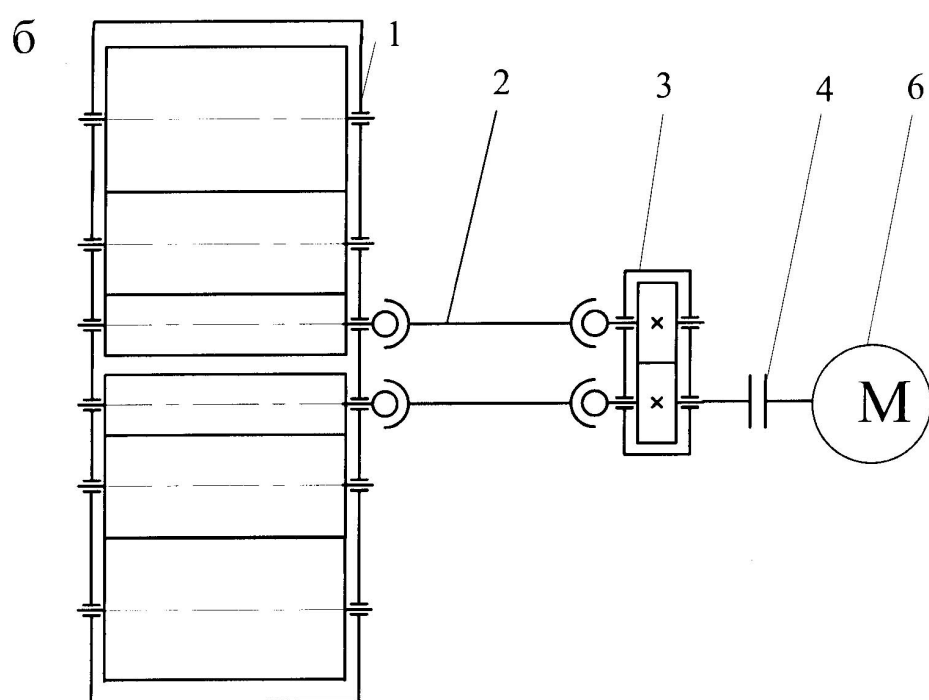
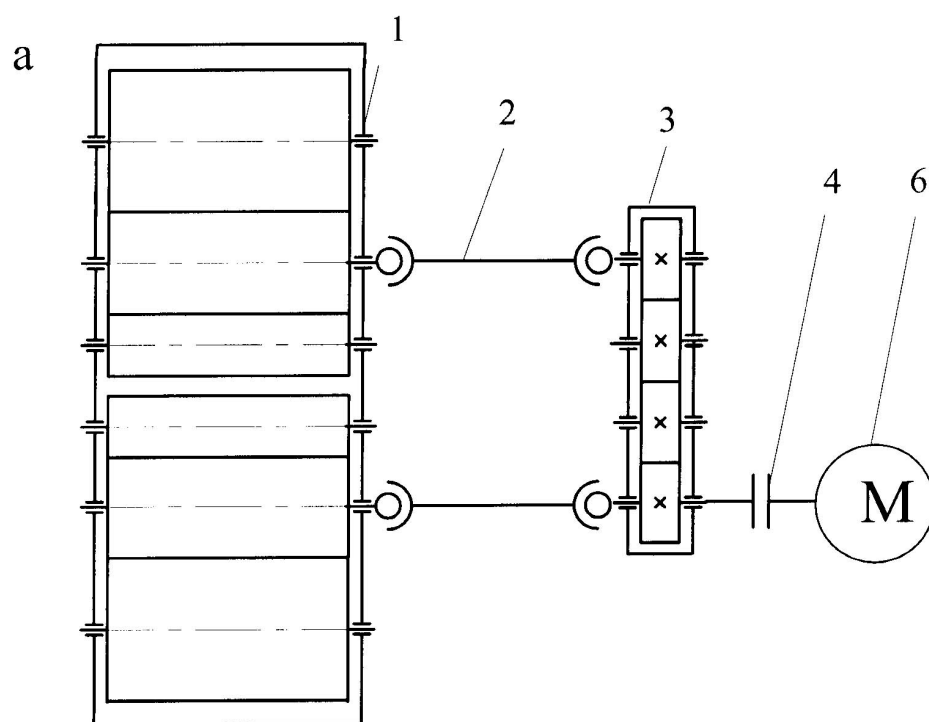


Рис. 6. Главные линии горизонтальных многовалковых клеток

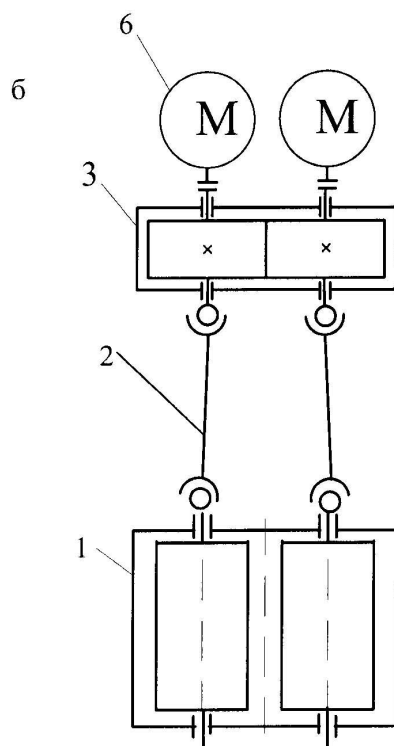
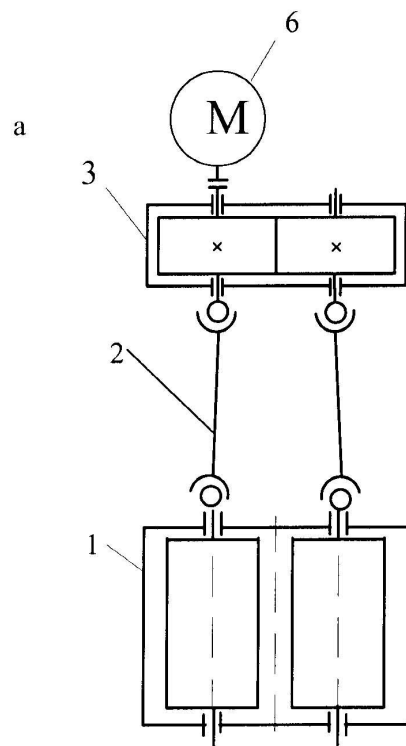


Рис. 7. Главные линии
вертикальных
двухвалковых клеток
с верхним приводом

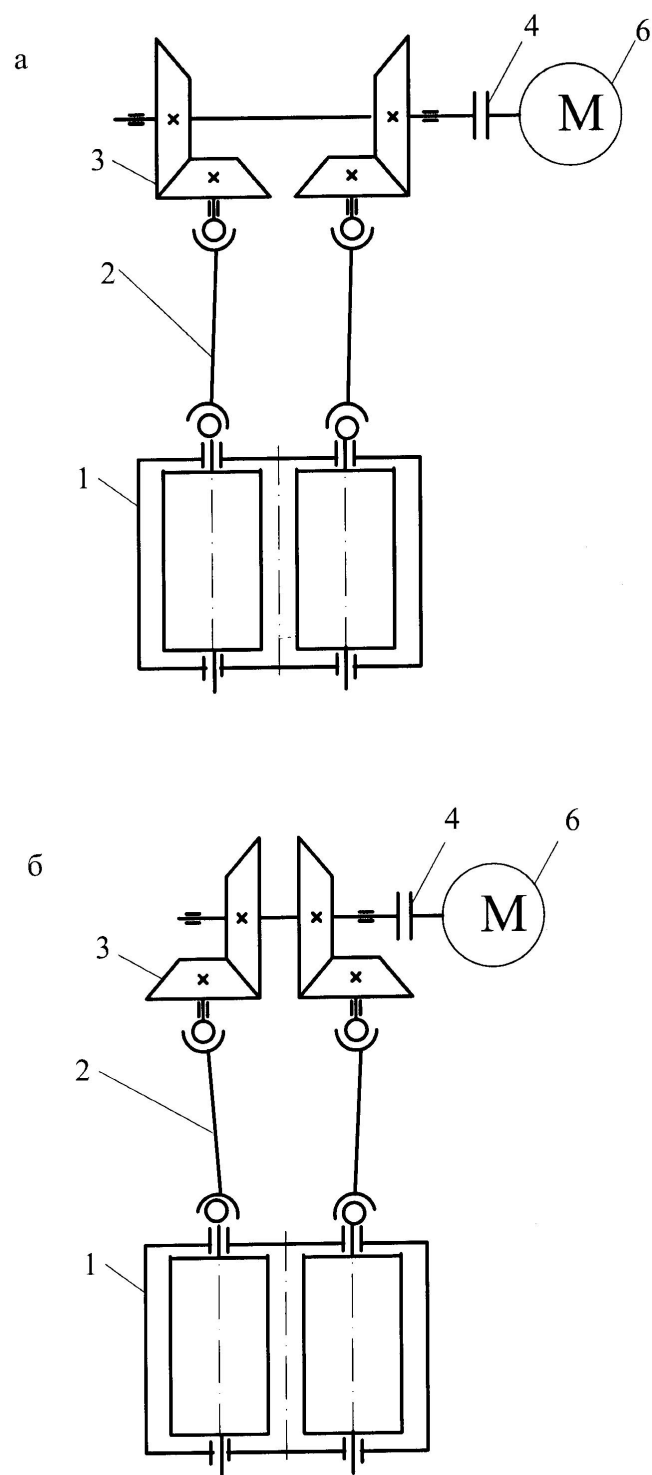


Рис. 8. Главные линии
вертикальных
двухвалковых клеток
с верхним приводом

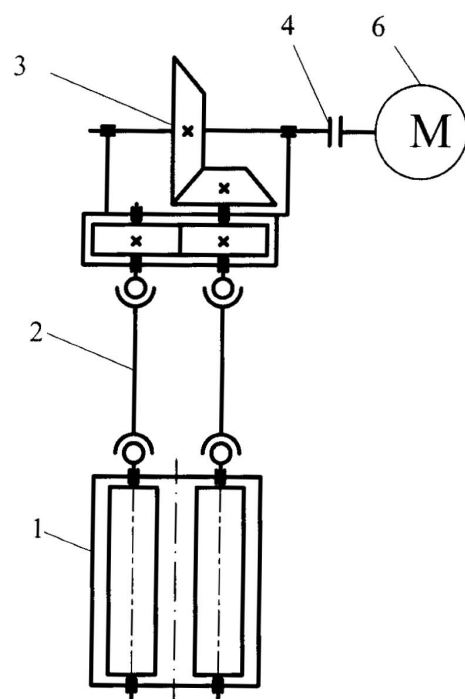
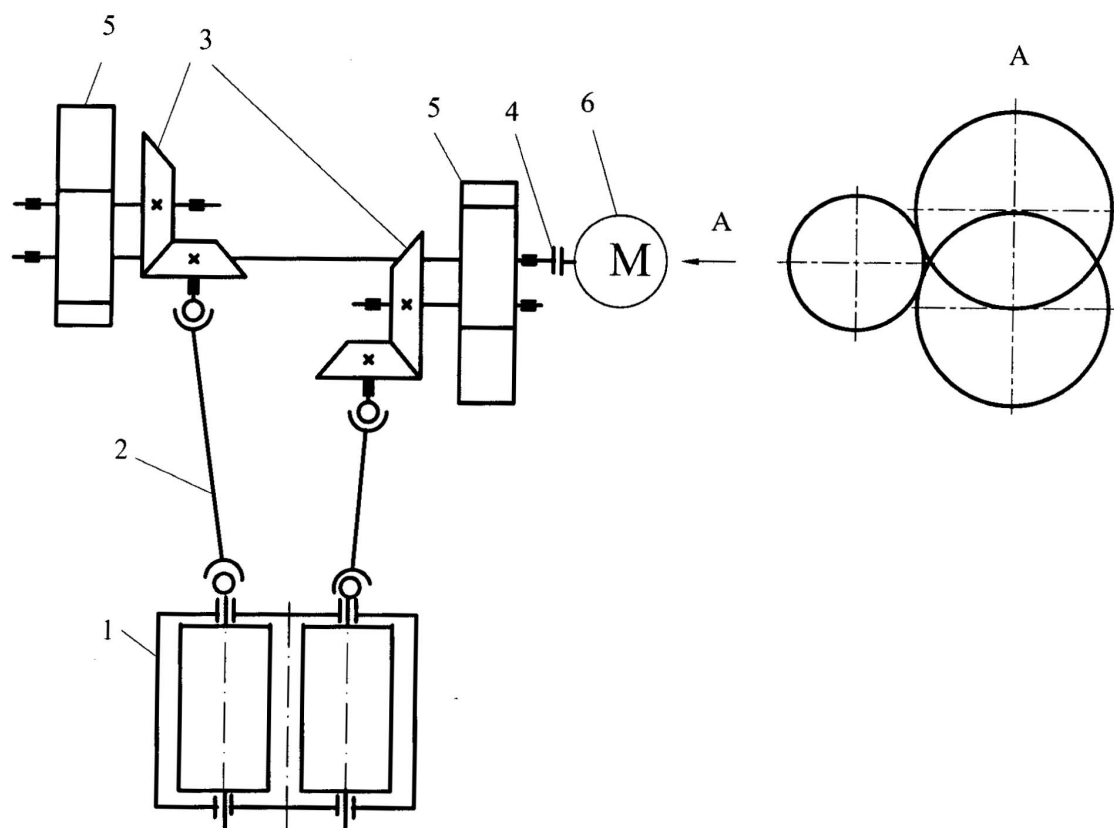


Рис. 9. Главные линии вертикальных двухвалковых клеток с верхним приводом

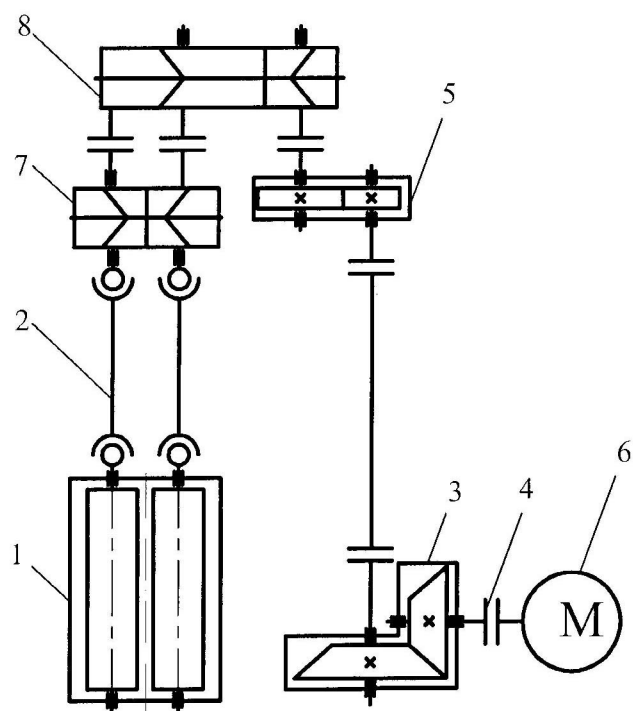


Рис. 10. Главная линия вертикальной двухвалковой клетки с нижним приводом

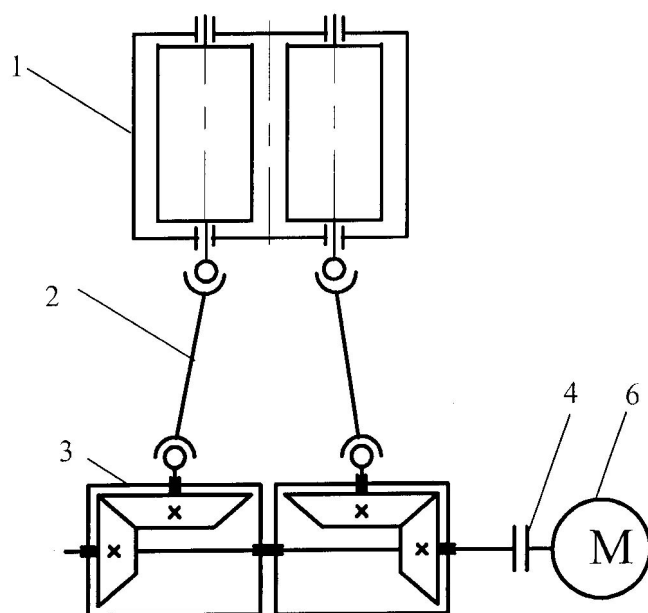


Рис. 11. Главная линия вертикальной двухвалковой клетки с нижним приводом

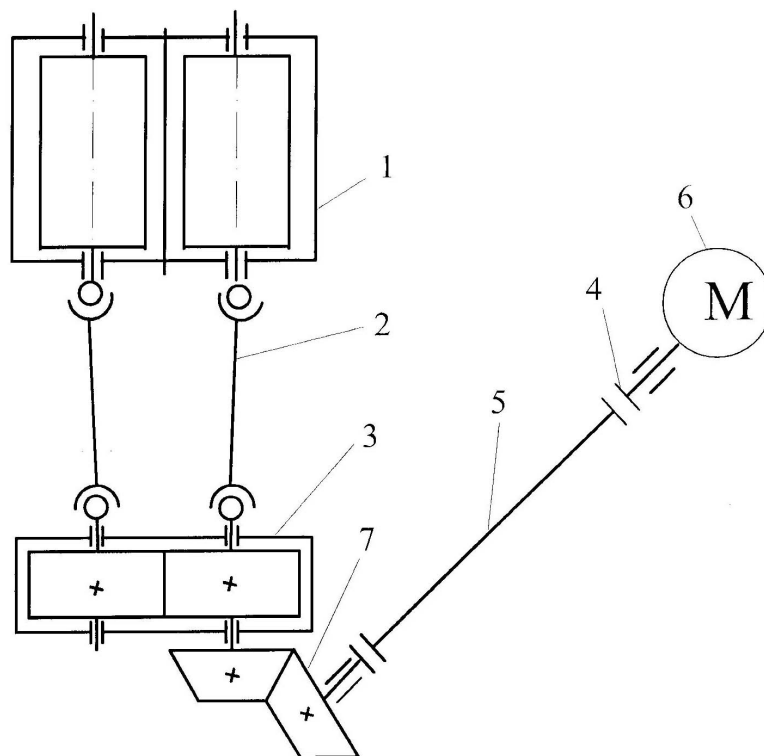


Рис. 12. Главная линия вертикальной двухвалковой клетки с нижним приводом

(см. рис. 7а,б, 10, 12), коническими (см. рис. 8а,б, 9а, 11) и коническо-цилиндрическими (см. рис. 9б) зубчатыми передачами, муфты 4, цилиндрические 5 и конические 7 редукторы и электродвигатели 6.

3. ГЛАВНЫЕ ЛИНИИ ПРОКАТНЫХ КЛЕТЕЙ С ТРЕХВАЛКОВЫМИ КАЛИБРАМИ

Прокатные клетки с трехвалковыми калибрами применяют при сортовой прокатке и прокатке труб, обеспечивая высокую точность проката. Главные линии прокатных клеток с трехвалковыми калибрами применяют двух типов. В одном случае (рис. 13) привод всех валков клетки 1 осуществляется от одного вала 3, а распределение крутящего момента по валкам производится внутри клетки через конические шестерни 2. Применение такого типа главной линии дает значительное снижение его веса и габаритов, но не позволяет осуществлять регулирование зазора между валками клетки 1 без переточки их рабочей поверхности, чем в значительной степени снижает технологические возможности их практического использования.

В другом случае (рис. 14, 15) привод валков клетки 1 производится от трех валов в виде универсальных шпинделей 2. Распределение крутящего момента от одного электродвигателя 6 по валкам осуществляется через конические

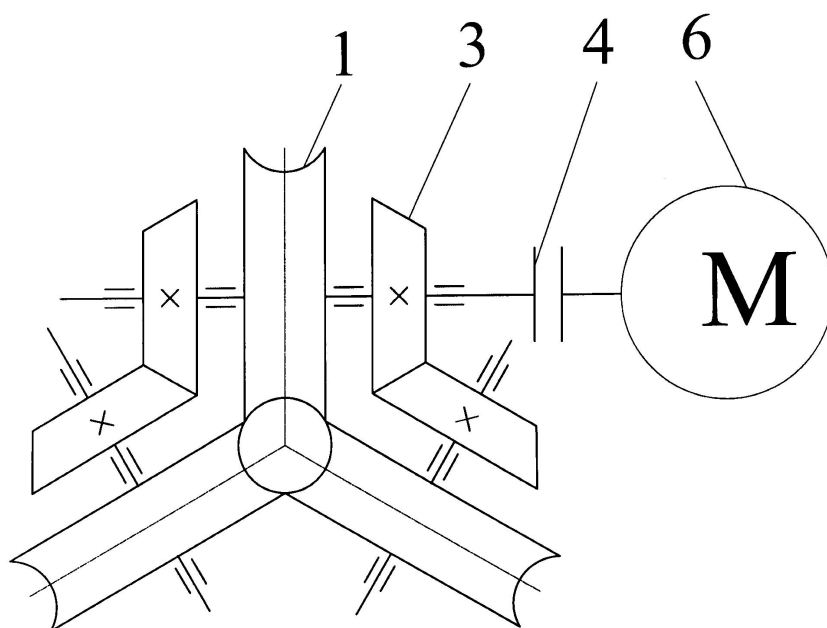


Рис. 13. Главная линия вертикальной двухвалковой клетки с нижним приводом

шестерни 3 с помощью, муфт 4, шестеренных клеток 5 и промежуточных валов 7. Использование такого типа главной линии при значительном повышении ее веса и габаритов позволяет производить регулирование зазора между валками, расширяя технологические возможности ее применения.

4. ГЛАВНЫЕ ЛИНИИ ПРОКАТНЫХ КЛЕТЕЙ С ЧЕТЫРЕХВАЛКОВЫМИ КАЛИБРАМИ

Прокатные клетки с четырехвалковыми калибрами применяют при холодной и горячей прокатке простых и фасонных сортовых профилей.

Известно, особенно из патентной литературы, значительное количество различных типов главных линий таких прокатных клеток. Рассмотрим некоторые из них.

Наиболее простым исполнением является главная линия (рис. 16а) с индивидуальным приводом валков клетки 1 от индивидуальных электродвигателей 5 через муфты 4 и с приводом всех валков клетки 1 одного вала 2 с распределением крутящего момента по валкам внутри клетки через конические шестерни 3 (рис. 16б). В этих случаях отсутствует возможность регулирования зазора между валками без переточки их рабочей поверхности или смены валков.

При возможности осуществления прокатки при отсутствии жесткой кинематической связи между валками клетки 1 может быть применена главная линия с индивидуальным приводом валков клетки 1 через универсальные шпиндели 2 от отдельных электродвигателей 5 (рис. 17а), применение которой позволяет осуществлять регулирование зазора между валками.

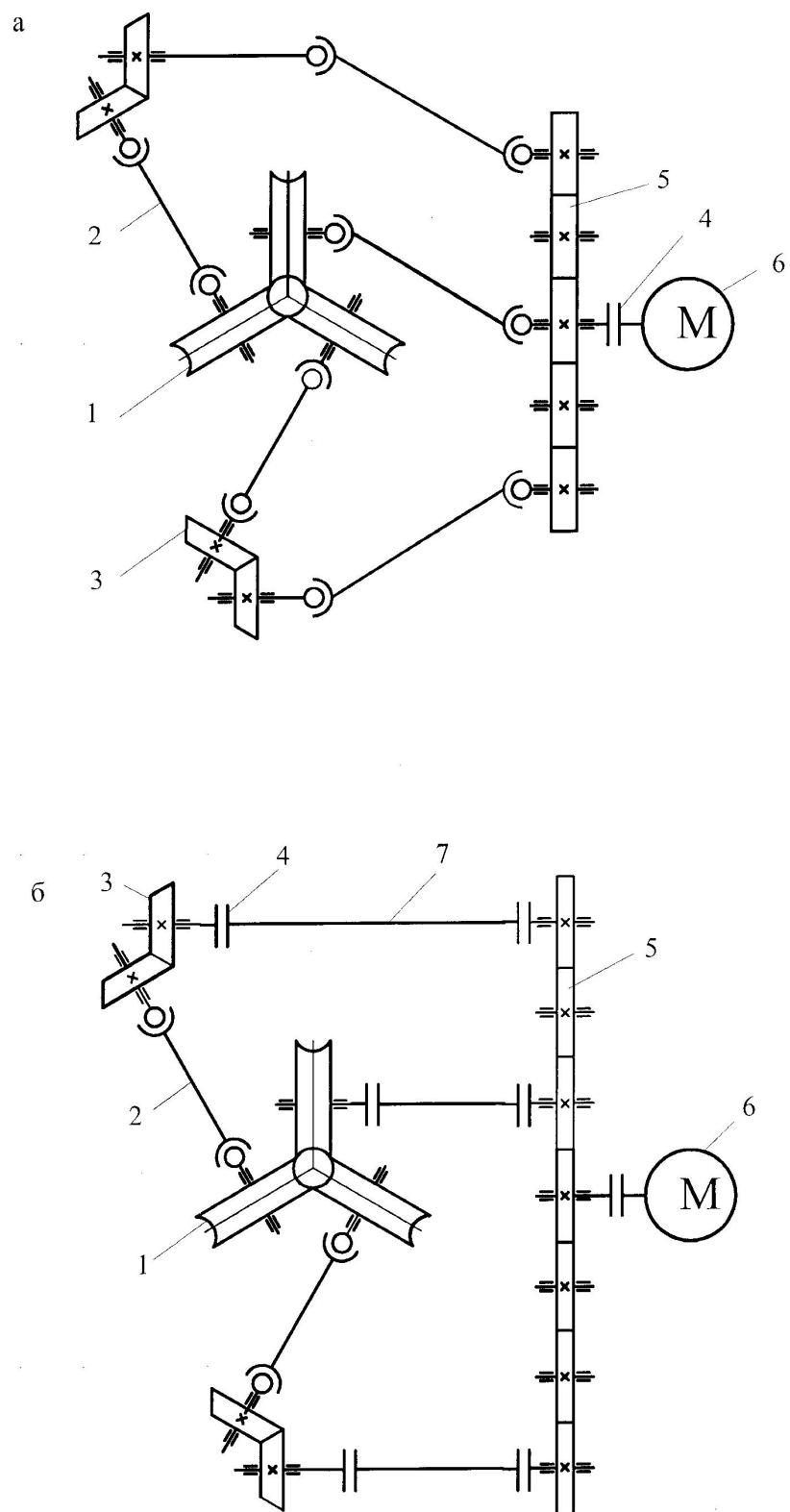


Рис. 14. Главные линии трехвалковых клеток с тремя вводами

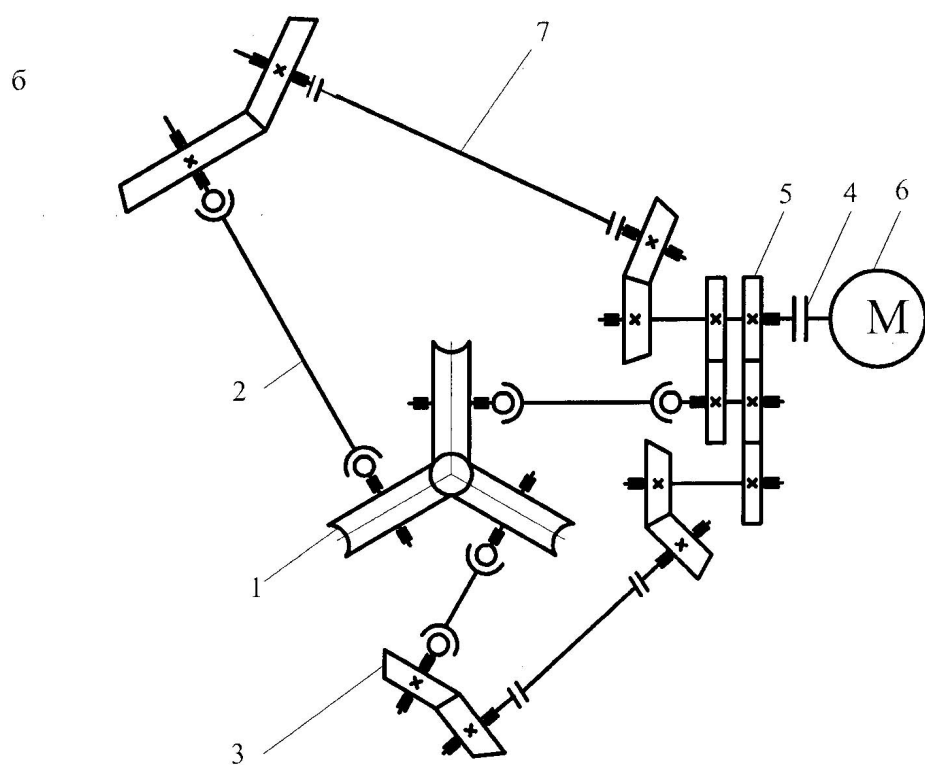
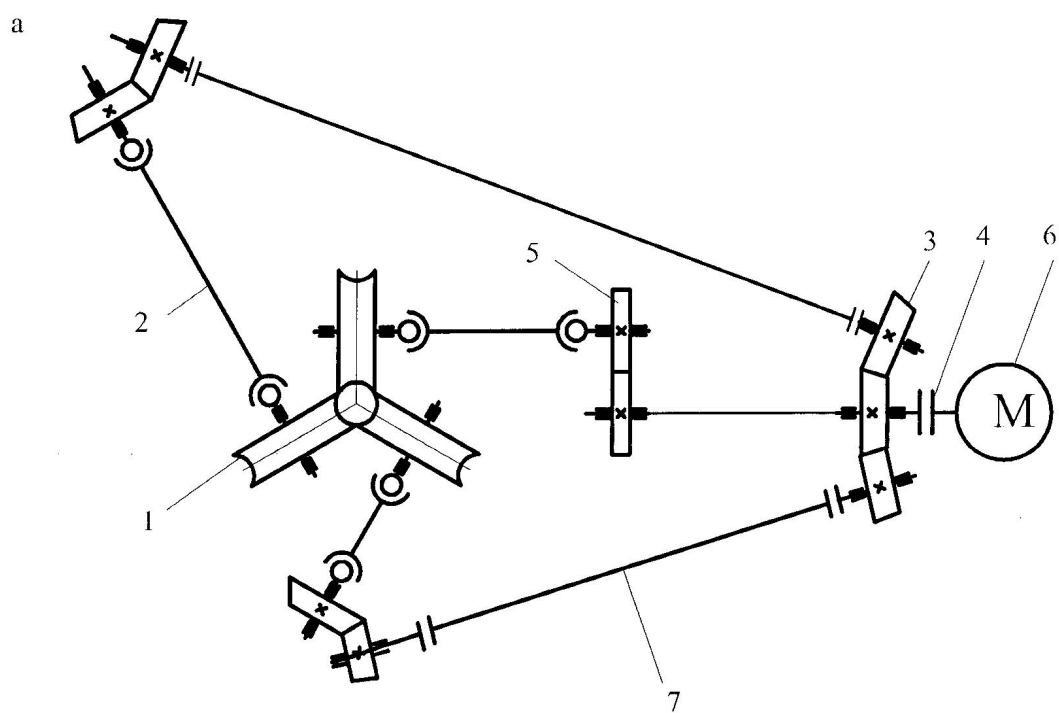


Рис. 15. Главные линии трехвалковых клеток с тремя вводами

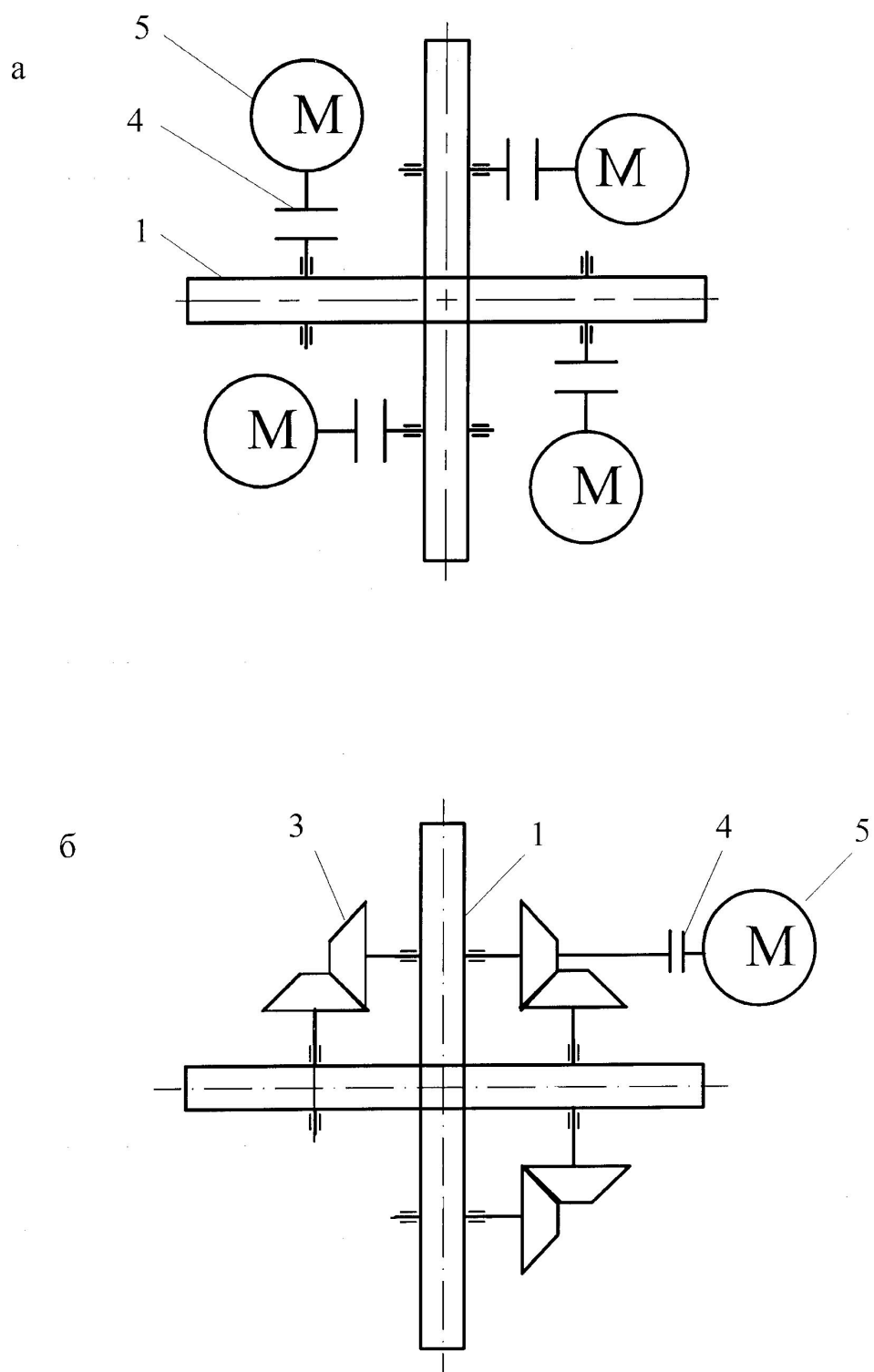


Рис. 16. Главные линии клеток с четырехвалковым калибром

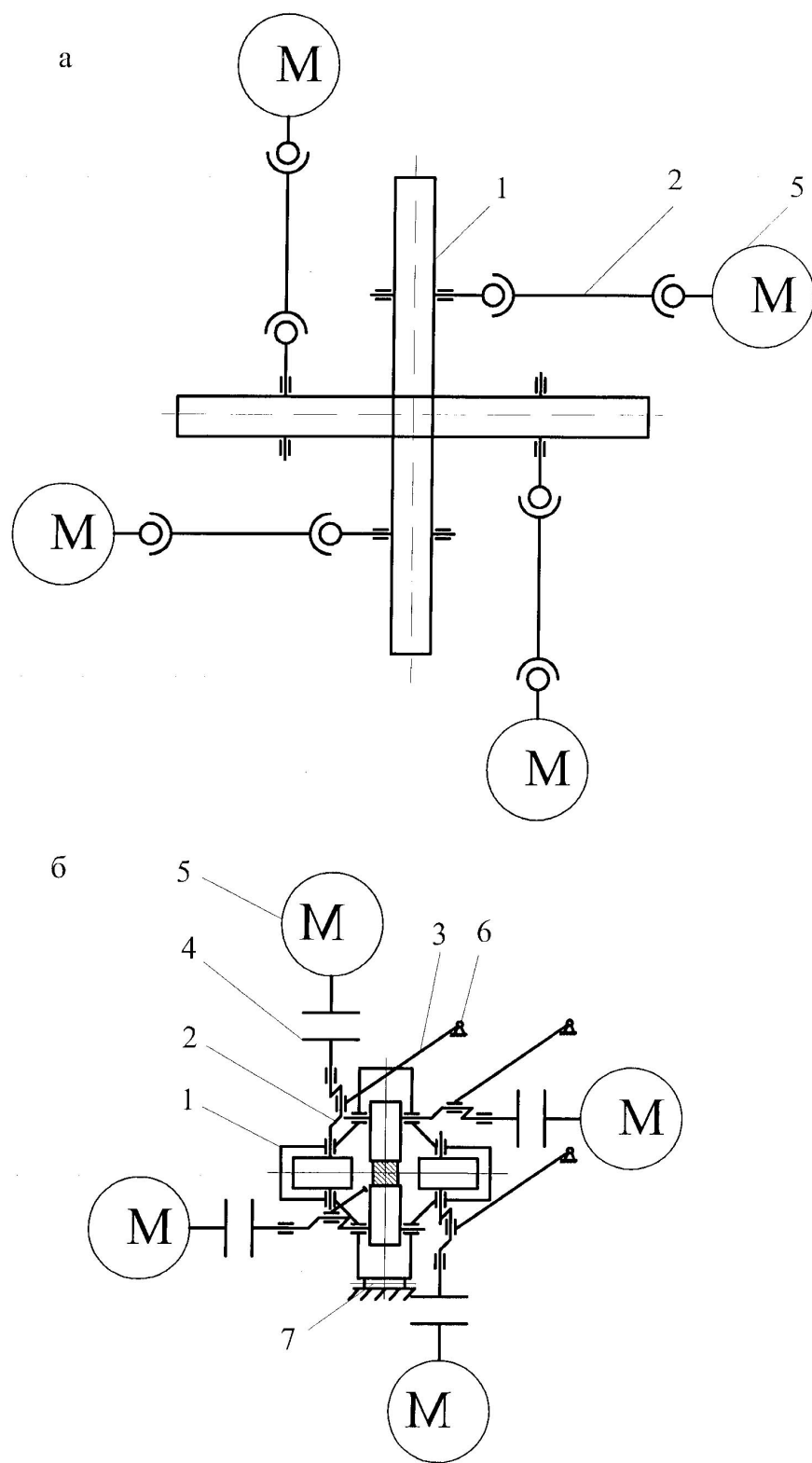


Рис. 17. Главные линии клеток с четырехвалковым калибром

Для синхронизации валков клетки с четырехвалковым калибром, имеющих привод от индивидуальных электродвигателей, предложено применение кривошипно-шатунных механизмов (рис. 17б). Такая главная линия, кроме указанных механизмов, содержит коленчатые валы 2, связанные шатунами 3 со стационарной опорой 6.

В качестве примеров главных линий клеток с четырехвалковым калибром, обеспечивающих жесткую кинематическую связь между валками и возможность регулирования зазора между валками, можно привести следующие конструкции.

В главной линии (рис. 18) привод валков клетки 1 осуществляется через универсальные шпиндели 2, четыре понижающие цилиндрические зубчатые передачи 3, валы 6 и раздаточную коробку с четырьмя малыми 8 коническими шестернями, связанными с одной большой 7 конической шестерней от одного электродвигателя 9. Такая кинематическая связь между элементами привода обеспечивает направление векторов окружных скоростей всех валков со стороны оси прокатки в одну сторону. Для создания условий, при которых векторы окружных скоростей пар валков будут направлены в разные стороны, разработана главная линия, показанная на рис. 19. Отличительной особенностью ее является отсутствие большой конической шестерни и связь последовательно между собой четырех малых конических шестерен 8.

Главная линия, показанная на рис. 20, включает прокатную клетку 1 с приводом валков через универсальные шпиндели 2, в качестве которых применяются карданные валы, расположенные под углом 22,5 град. к осям приводимых валков, шестеренные клетки 3 с осями шестерен установленных под углом 45 град. к осям валков.

Известно применение клеток с четырехвалковым калибром, содержащих опорные валки. На рис. 21 показана главная линия привода такой прокатной клетки, в которой приводными от отдельных электродвигателей 5 через шпиндели 2 являются опорные валки 1, удерживающие рабочие валки 3.

Главная линия многофункциональной клетки (рис. 22), позволяющей осуществлять обычную продольную прокатку в четырехвалковом калибре и шаговую прокатку при подвижной прокатной клетке, включает прокатную клетку 1, установленную на направляющих качения 7 или скольжения, пять синхронно работающих электродвигателей 5, четыре из которых через универсальные шпиндели 8 приводят во вращение валки, а один посредством муфты 4, коленчатых валов 2, закрепленных на опорах 6, через шатуны 3 перемещает возвратно-поступательно клетку 1.

5. ГЛАВНЫЕ ЛИНИИ УНИВЕРСАЛЬНЫХ КЛЕТЕЙ

Универсальные клетки содержат две пары валков, смещенных друг относительно друга вдоль оси прокатки.

Применяются главные линии универсальных клеток с синхронизированными всеми или попарно валками.

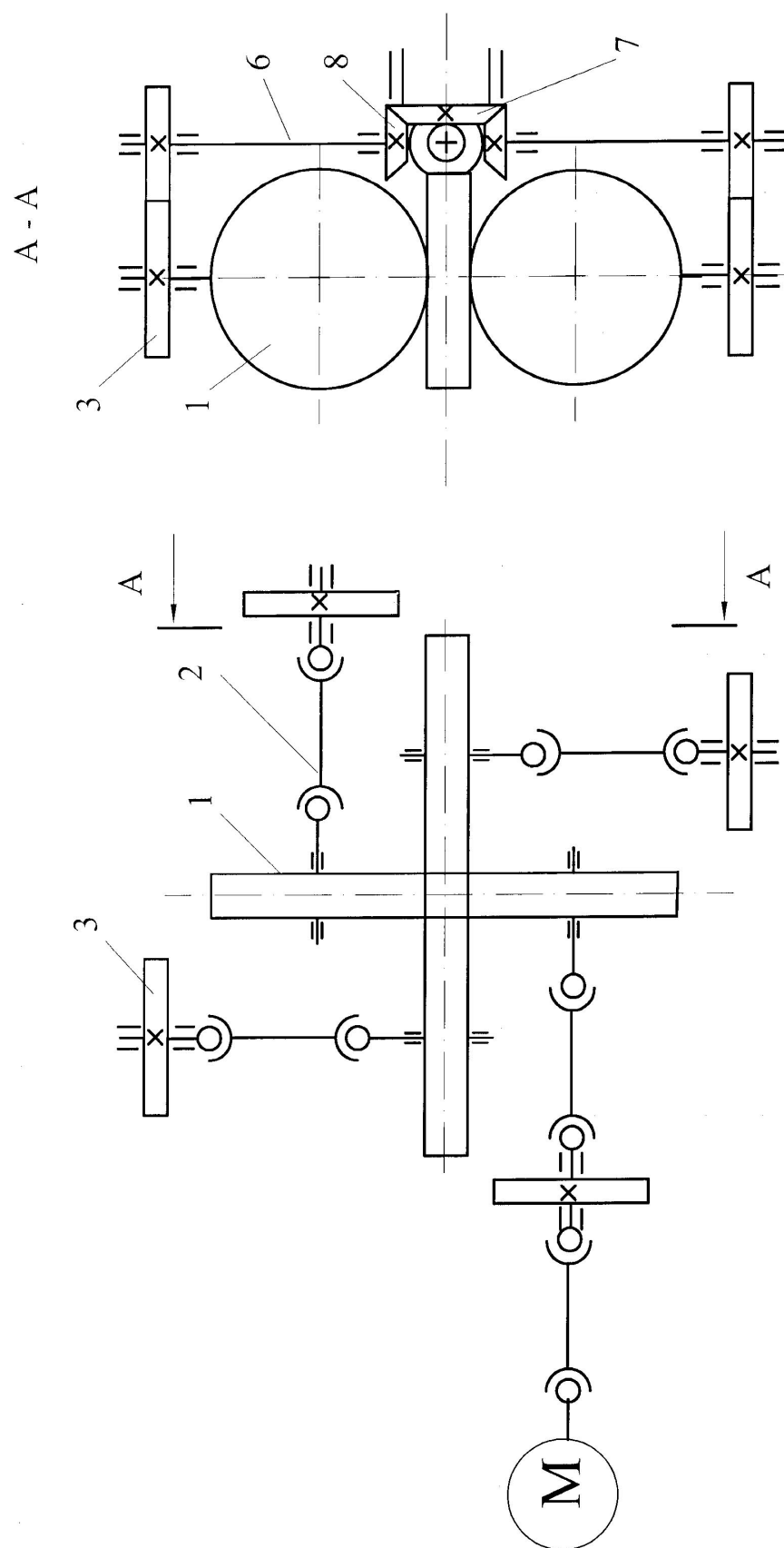


Рис. 18. Главная линия клетки с четырехвалковым калибром

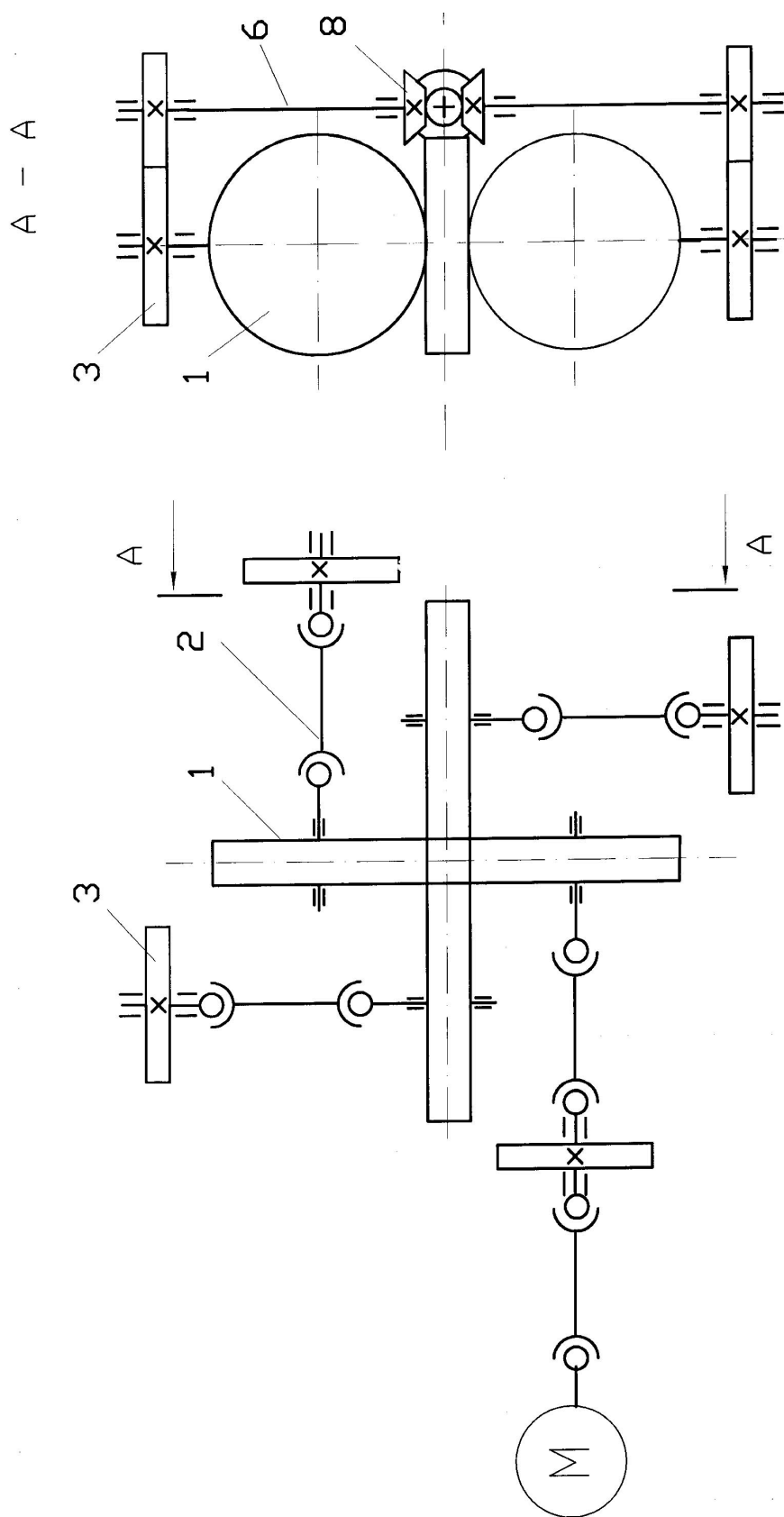


Рис. 19. Главная линия клетки с четырехвалковым калибром

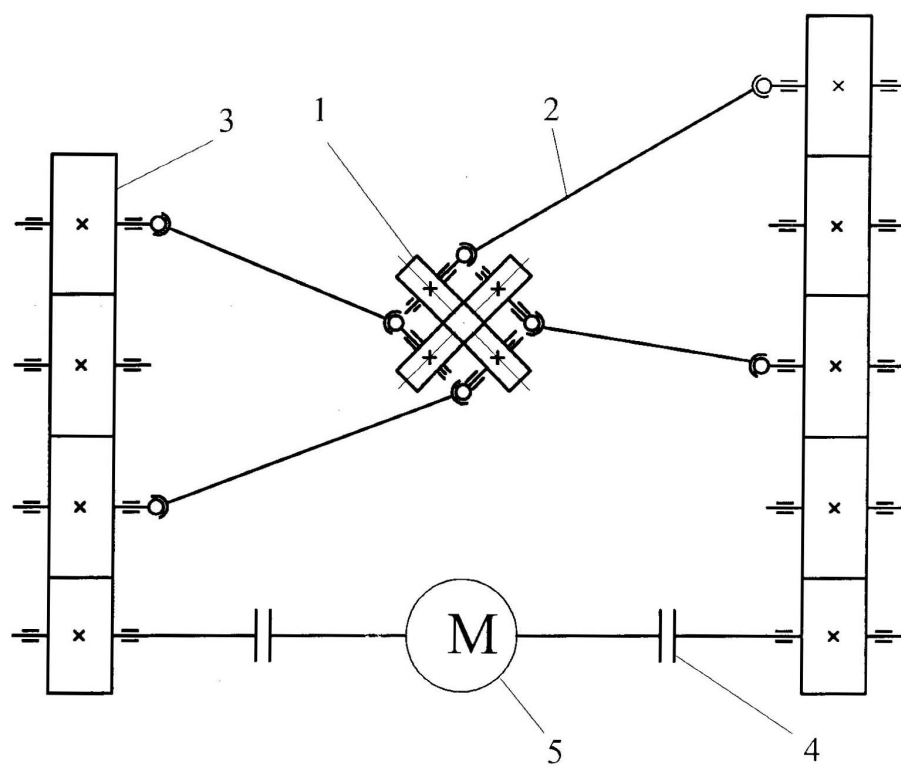


Рис. 20. Главная линия клетки с четырехвалковым калибром

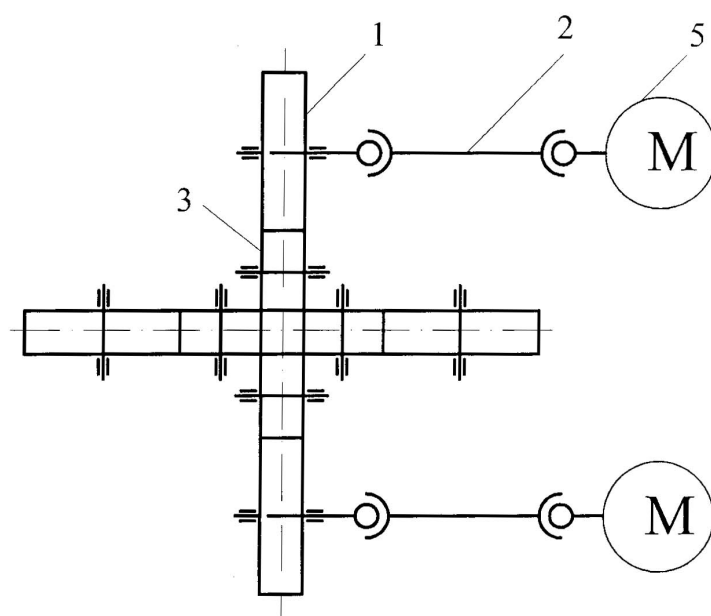


Рис. 21. Главная линия клетки с четырехвалковым калибром с приводными опорными валками

Главные линии универсальных клетей с синхронизированными попарно валками (рис. 23, 24) содержат клетки 1, универсальные шпиндели 2, шестеренные клетки 3, редукторы 5, муфты 4 и электродвигатели 6.

Такую же попарную синхронизацию валков универсальных клетей обеспечивают главные линии, в которых горизонтальные валки приводят во вращение с применением схем, показанных на рис. 1, а вертикальные валки приводят во вращение в соответствии со схемами, приведенными на рис. 9.

Главная линия (рис. 25), обеспечивающая синхронизацию всех валков универсальной клетки, содержит прокатную клеть 1, шпиндели 2, шестеренные клетки 3, муфты 4, редуктор 5, коническую зубчатую передачу 7 и электродвигатель 6.

Синхронизация всех валков универсальной клетки достигается применением кривошипно-шатунных механизмов (рис. 26). Главная линия включает подвижную клеть 1, универсальные шпиндели 2, шестеренные клетки 3, муфты 4, электродвигатели 5, опоры 6, коленчатые валы 7 и шатуны 8.

Синхронизированный привод всех валков применяется также в главной линии подвижных прокатных клетей, показанных на рис. 27, 28. Эти главные линии включают подвижную клеть 1, универсальные шпиндели 2, шестеренную клеть 3, муфту 4, редуктор 5, электродвигатель 6, две конические зубчатые передачи 7, кривошип 8, шатун 9, механизм регулирования перемещения клетки 10, передаточный вал с рычагами 11 и тягу 12. Главная линия (рис. 27) обеспечивает направление векторов окружных скоростей всех валков со стороны оси прокатки

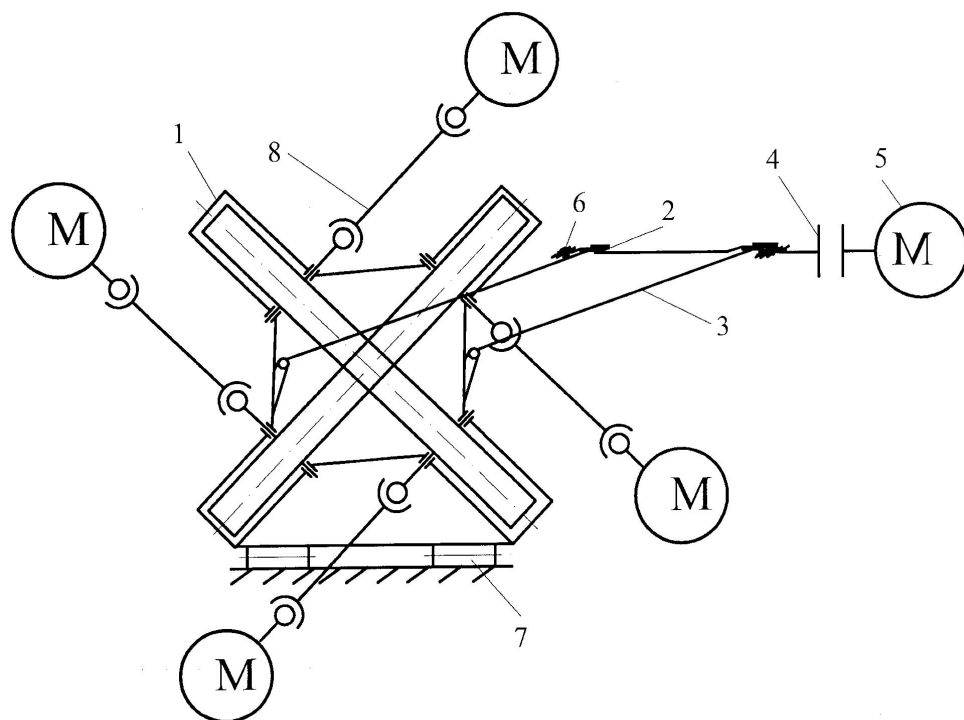


Рис. 22. Главная линия клетей четырехвалковой многофункциональной клетки

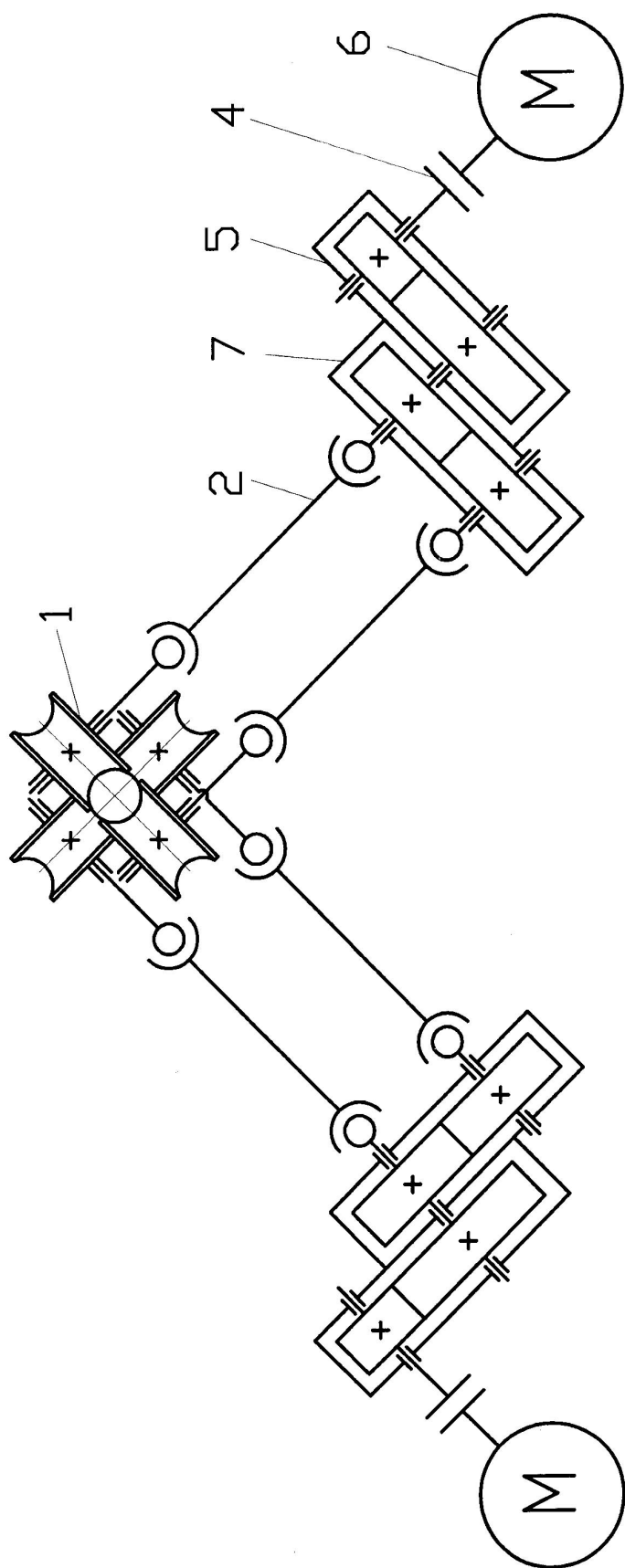


Рис. 23. Главная линия универсальной клетки

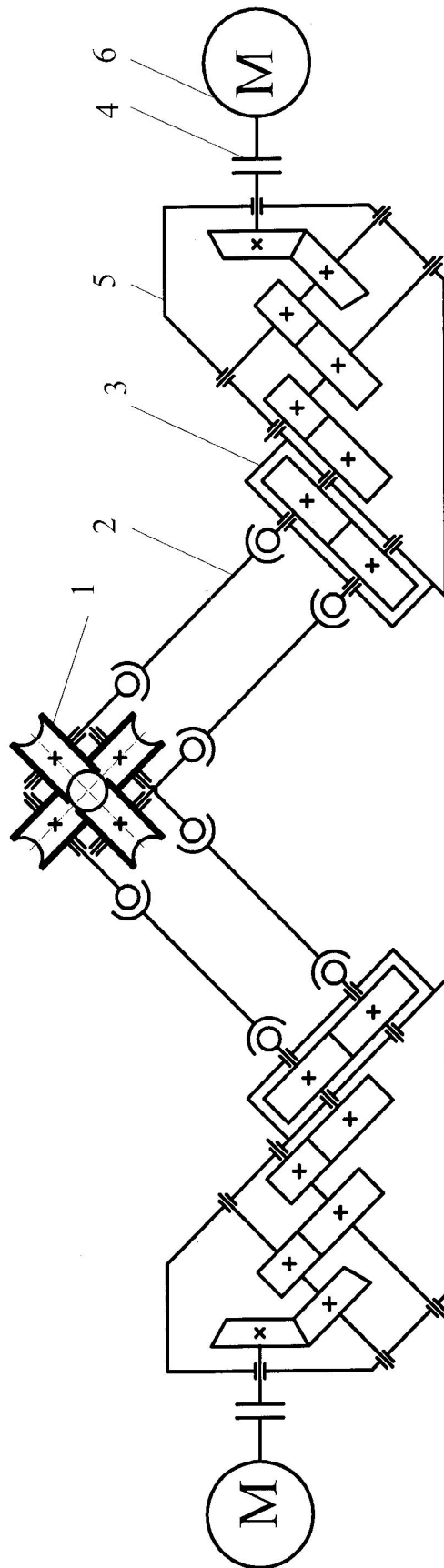


Рис. 24. Главная линия универсальной клетки

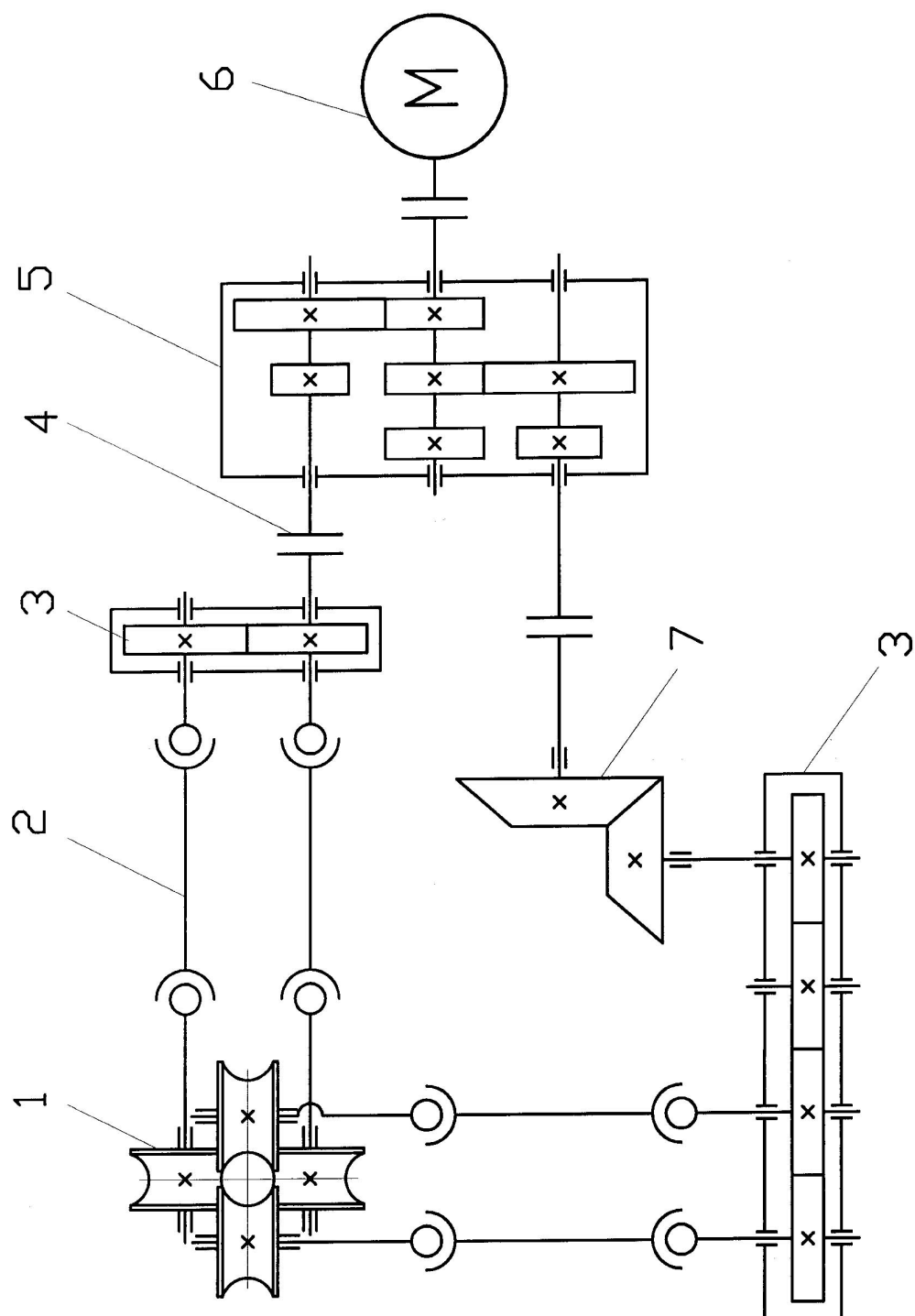


Рис. 25. Главная линия универсальной клетки

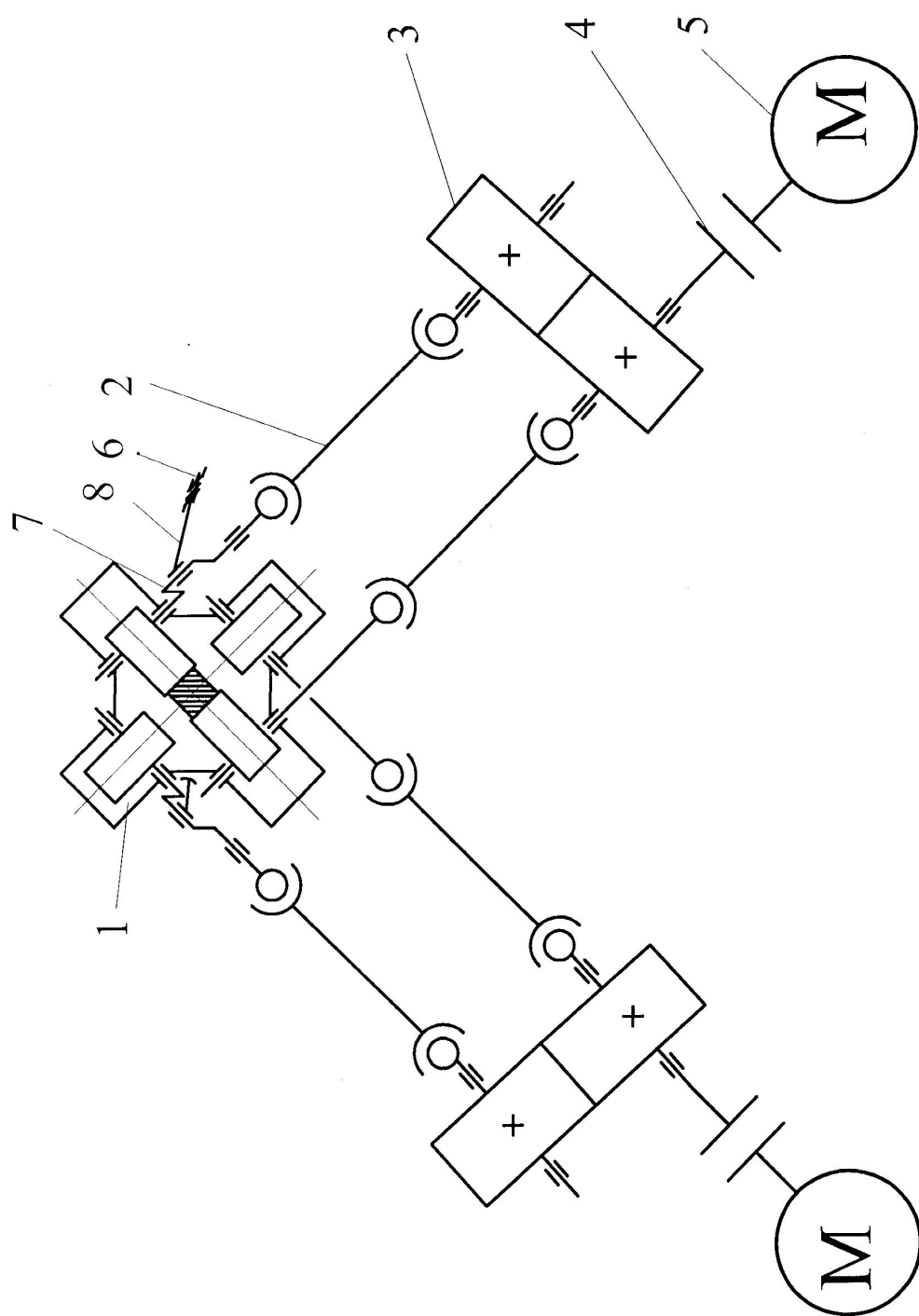


Рис. 26. Главная линия подвижной универсальной клетки

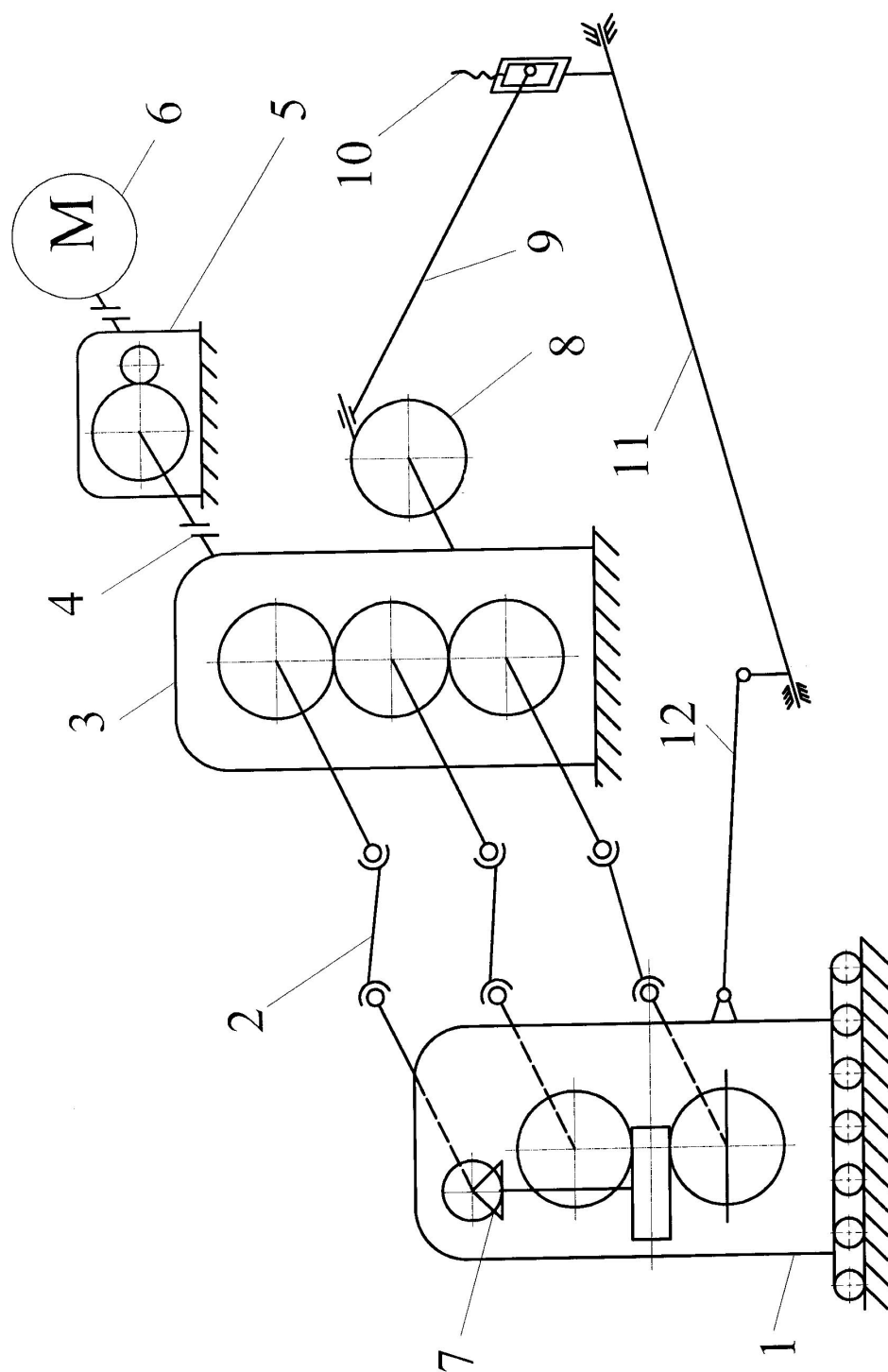


Рис. 27. Главная линия подвижной универсальной клетки

в одну сторону. Главная линия (рис. 28) обеспечивает направление векторов окружных скоростей всех валков со стороны оси прокатки в разные стороны.

6. ГЛАВНЫЕ ЛИНИИ СТАНОВ ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКИ ТРУБ

Главные линии станов холодной прокатки труб (рис. 29,30) содержат клеть 1 установленную на направляющих качения 3 или скольжения и совершающую возвратно-поступательное перемещение от привода, включающего шатуны 2, коленчатые валы 5, цилиндрические зубчатые пары 4, муфты 6, конические зубчатые передачи 7, электродвигатели 8 и распределительно-подающие механизмы 9, 10. Для осуществления поворота валков 12 клетки 1 главные линии снабжены неподвижной зубчатой рейкой 11, связанной с шестернями 13, посаженными на оси валков 12.

Для снижения динамических усилий в приводе 2 при возвратно-поступательном перемещении клетки 1 в главных линиях станов холодной прокатки труб применяются системы уравнивания с упругими элементами в виде пружин 3 или пневмо- и гидроцилиндров, грузов 5, клиноременных передач 4 (рис. 31).

Поворот валков станов холодной прокатки труб более 360 град. достигается применением главных линий, в которых клеть совершает возвратно-поступательное перемещение под некоторым углом к оси прокатки (рис. 32) или совершает качательное движение (рис. 33).

В первом случае (рис. 32) клеть 1, установленная на раме 2 через направляющие качения 3, осуществляет перемещение от привода, включающего тяги 7, рычаг 8, шатун 9 и кривошип 10. Поворот валков с винтовыми ручьями при перемещении клетки 1 производится за счет связи шестерен 5,6, посаженных на дополнительные валы 11 и оси валков, с зубчатыми рейками 4, закрепленными на раме 2.

Во втором случае (см. рис. 33) клеть 1 с валками 2, имеющими винтовую нарезку, установлена на раме 3 через ось 6 и совершает качательное движение от шатуна 7 и кривошипа 8. Поворот валков 2 при качательном движении клетки 1 осуществляется за счет связи конической шестерни 4, посаженной на ось поворота одного из валков, с зубчатым венцом 5, закрепленном на раме 3. Синхронизация привода валков 2 осуществляется шестеренной клетью 9.

7. ГЛАВНЫЕ ЛИНИИ КЛЕТЕЙ ПРОКАТНО-КОВОЧНЫХ СТАНОВ

Главная линия клетки прокатно-ковочного стана фирмы немецкой фирмы «Кокс» (рис. 34) содержит клеть с четырьмя бойками 1, совершающими качательное движение от привода, содержащего тяги 2, рычаги 3, кривошипы 4, шатуны 5, конические передачи 6, распределительную коробку 7, муфту 8 и электродвигатель 9.

Главные линии прокатно-ковочных станов конструкции ЮУрГУ (рис. 35,36) включают прокатные клетки 1, установленные на направляющих роликах 2 и

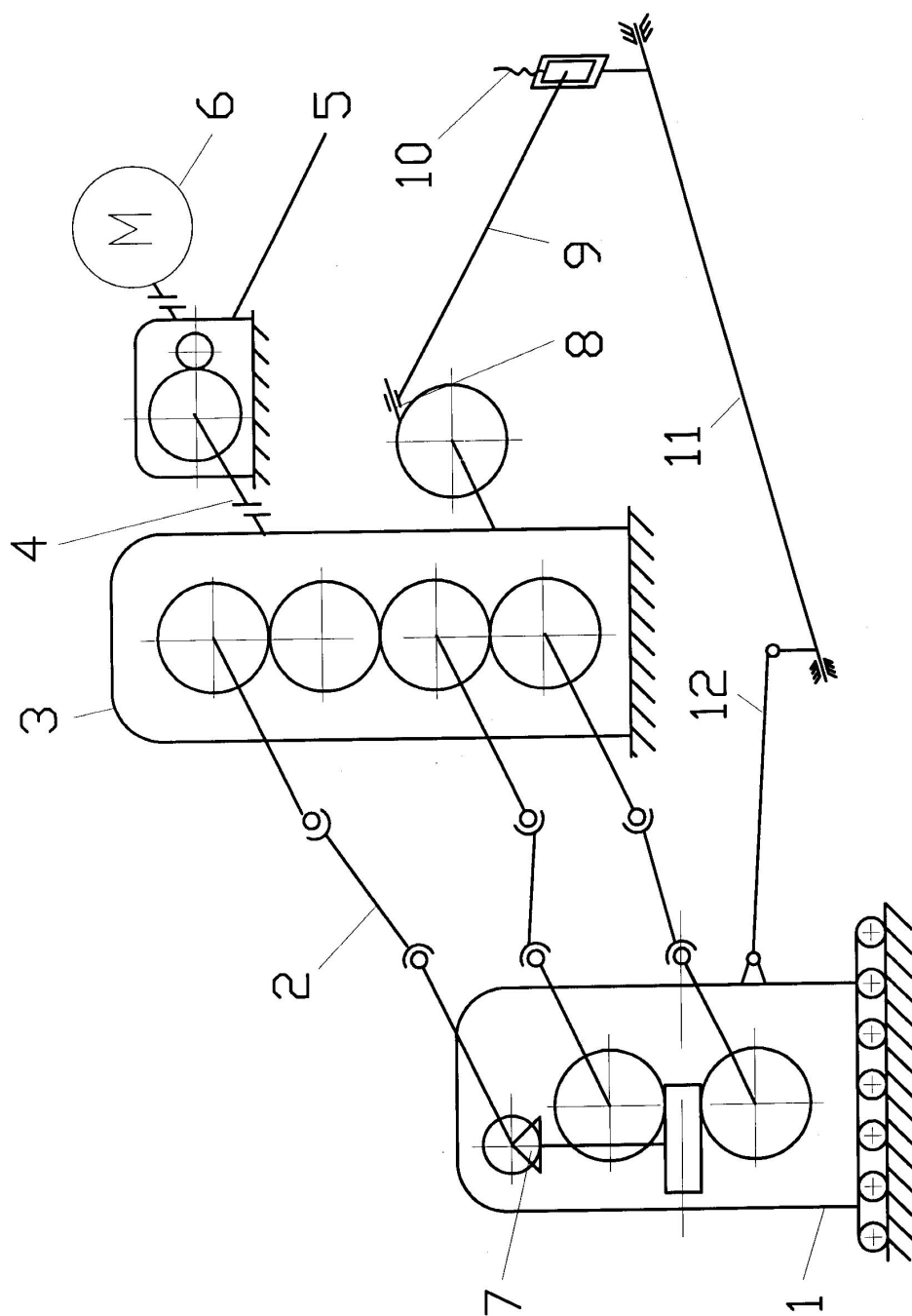


Рис. 28. Главная линия подвижной универсальной клетки

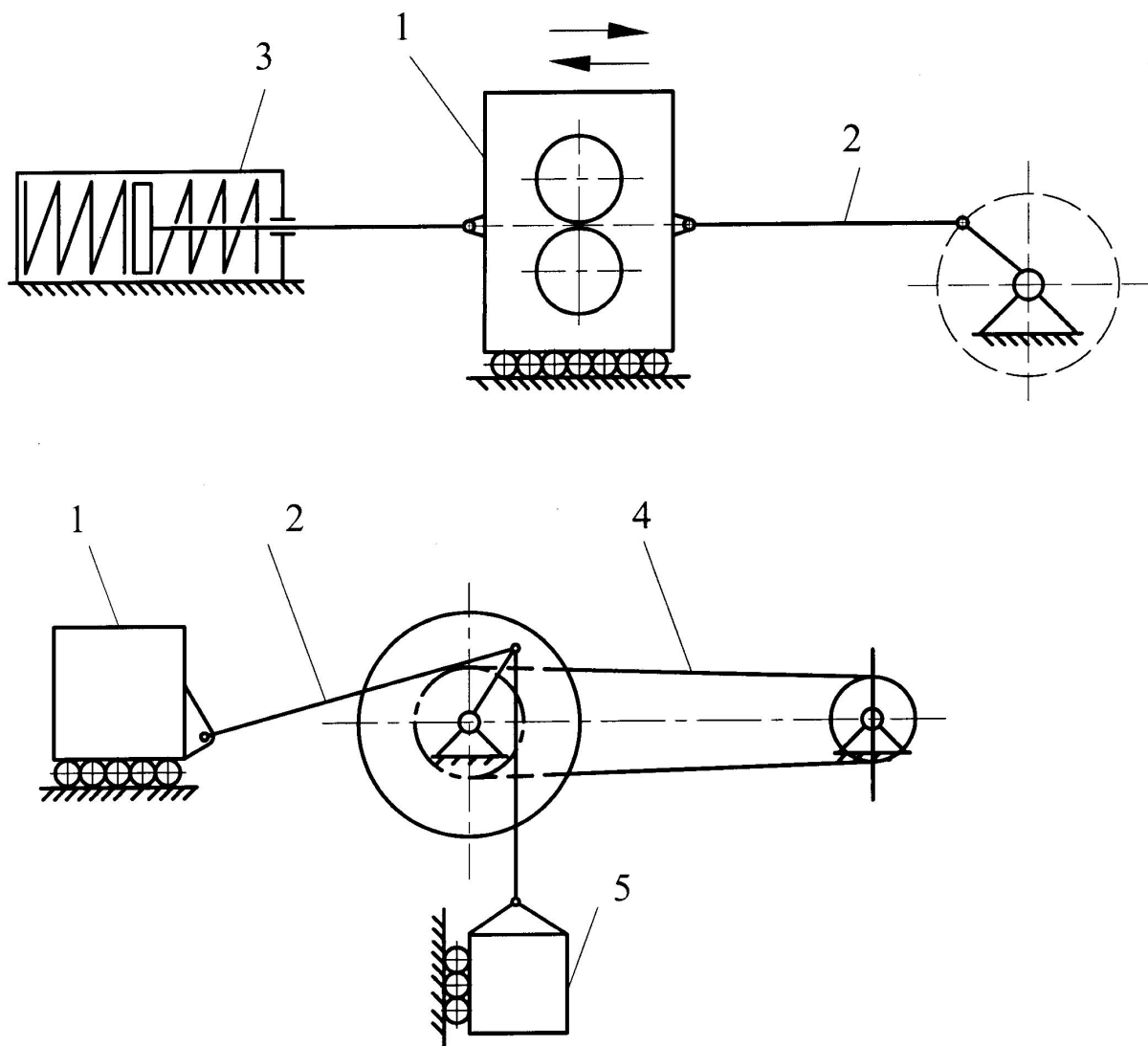


Рис. 31. Механизмы уравнивания главной линии станков холодной прокатки труб

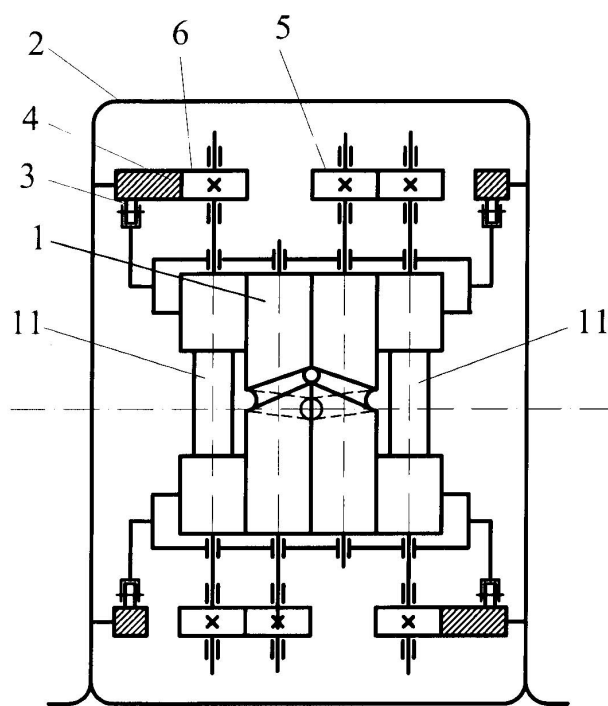
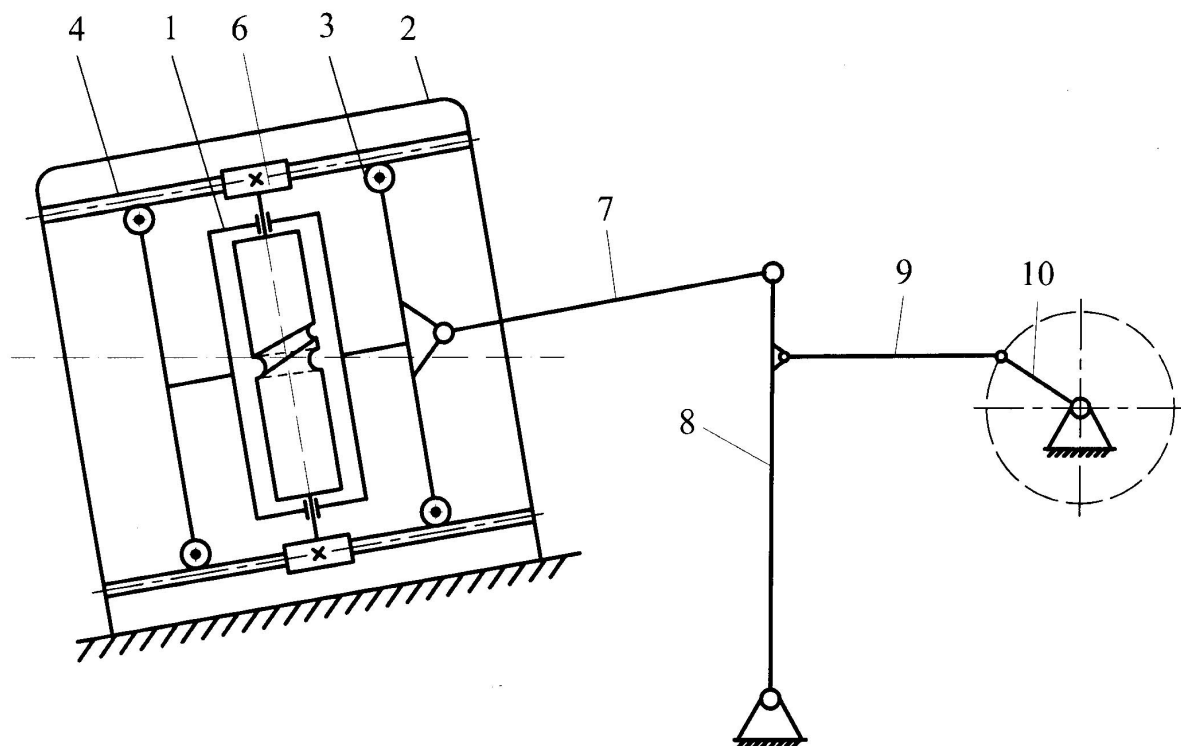


Рис. 32. Главная линия стана холодной прокатки труб с клетью, перемещающейся под углом к оси прокатки

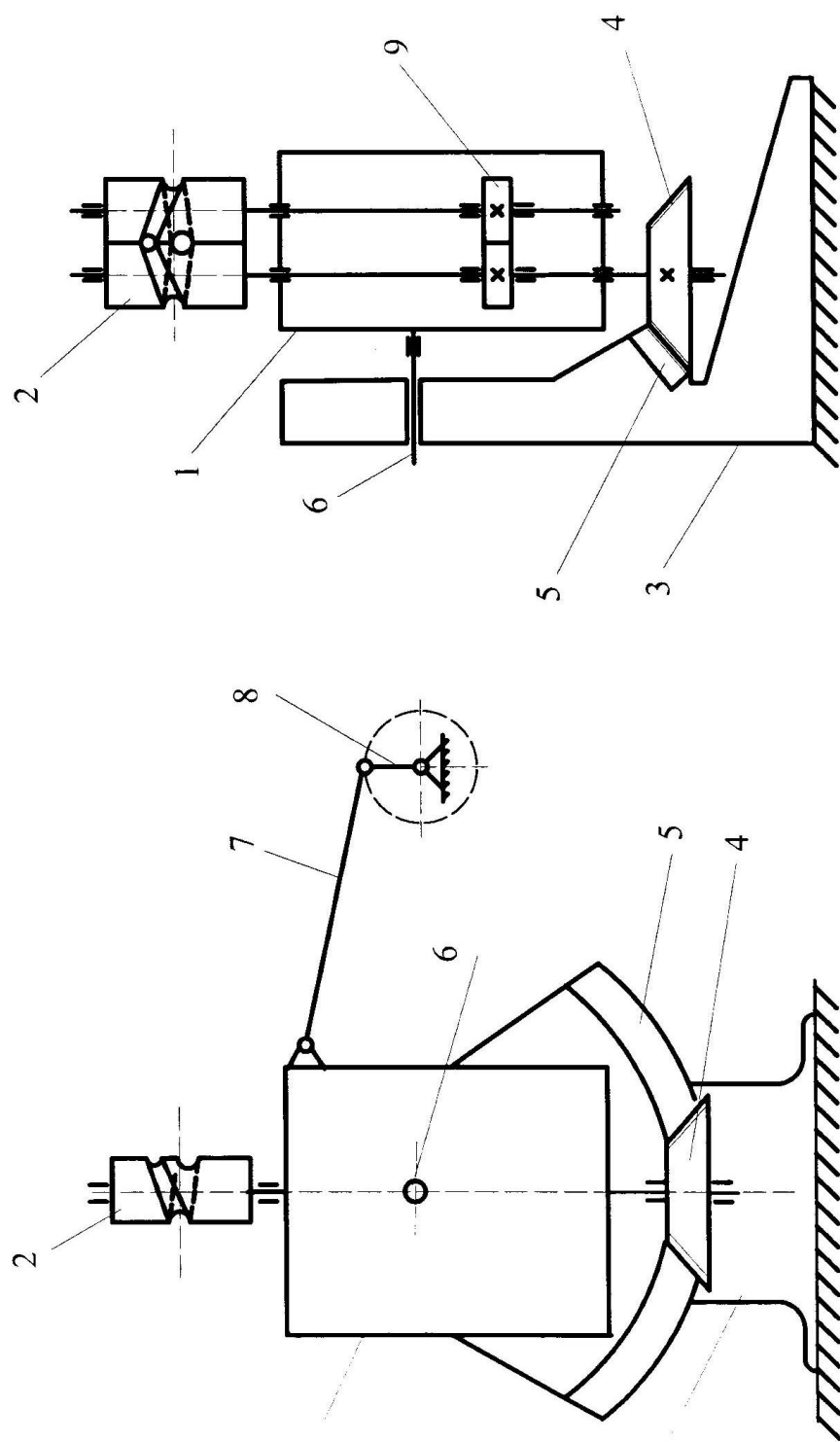


Рис. 33. Главная линия стана холодной прокатки труб

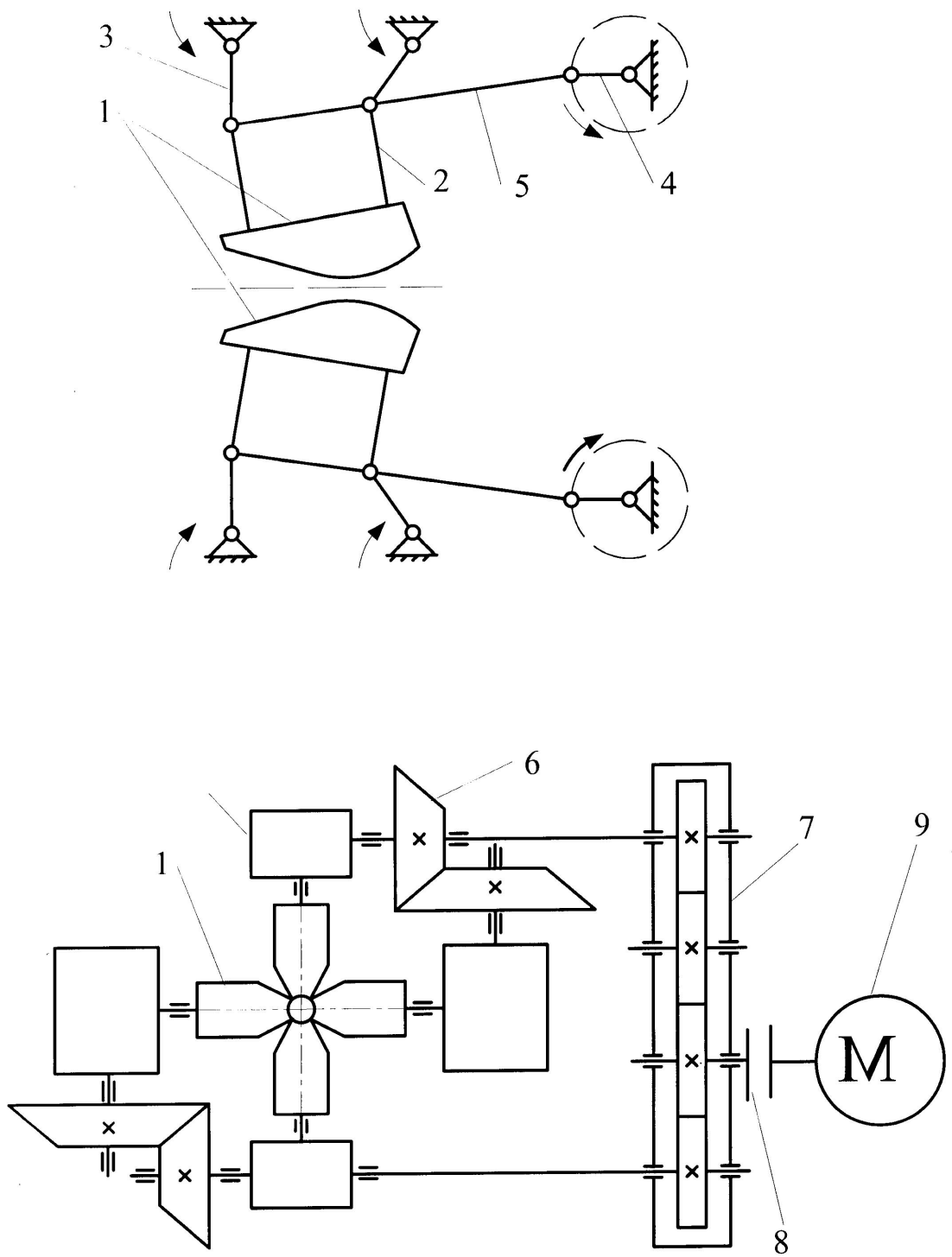


Рис. 34. Главная линия прокатно-ковочного стана фирмы "Кокс"

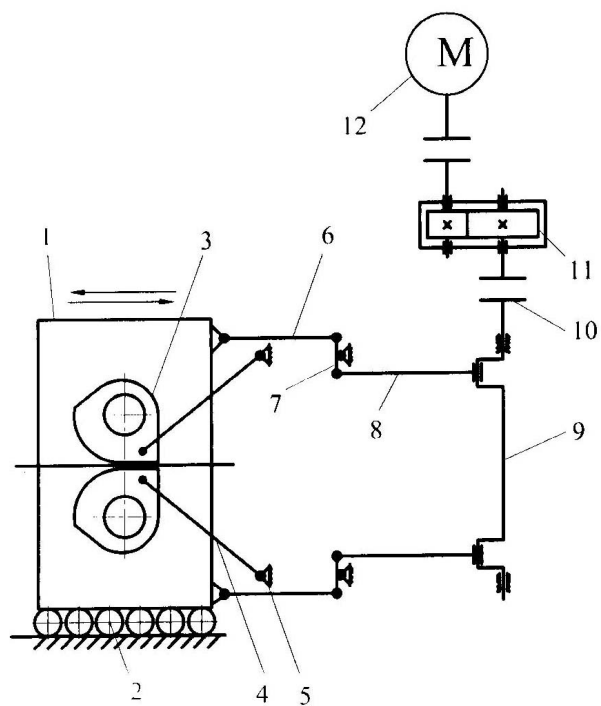


Рис. 35. Главная линия клетки прокатно-ковочного стана

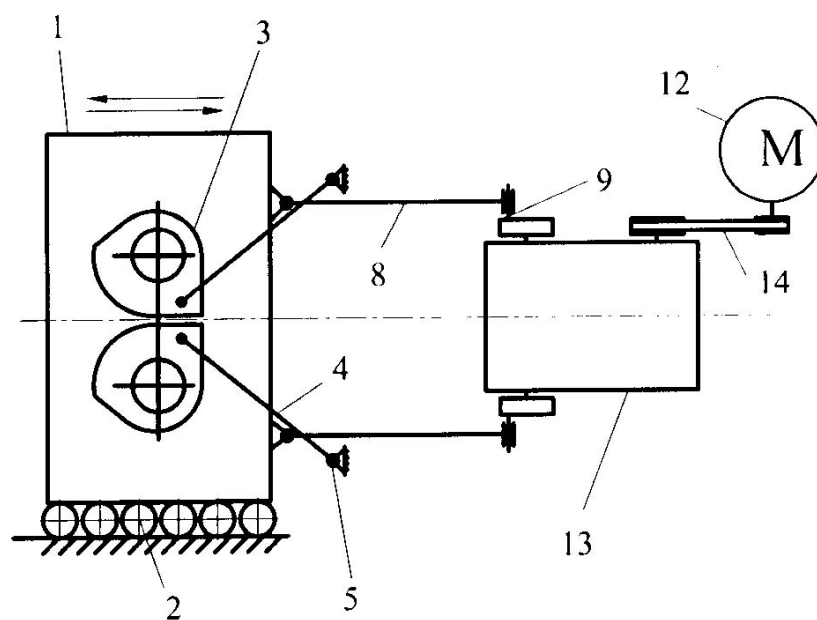


Рис. 36. Главная линия клетки прокатно-ковочного стана

совершающие возвратно-поступательное перемещение от привода. В одном варианте (см. рис. 35) привод включает тяги 6, двуплечие рычаги 7, шатуны 8, коленчатый вал 9, муфту 10, редуктор 11 и электродвигатель 12. В другом варианте см. (рис. 36) привод содержит шатуны 8, кривошипы 8, редуктор 13, клиноременную передачу 14 и электродвигатель 12. Качательное движение валков 3 при возвратно-поступательном перемещении клетки 1 осуществляется за счет их связи через штанги 4 со стационарной опорой 5.

8. ГЛАВНЫЕ ЛИНИИ РОЛИКОВЫХ КЛЕТЕЙ

Особенностью роликовых клеток является привод вращения рабочих инструментов (роликов) за счет фрикционных сил между их опорными направляющими и деформируемым металлом. Известно, особенно из патентной литературы, большое количество различных схем главных линий роликовых клеток. Рассмотрим некоторые из них.

Главная линия маятниковой клетки 1 (рис. 37) содержит одну или две пары роликов 3, закрепленных шарнирно на осях качающихся рычагов 2. Привод качания рычагов осуществляется от кинематически связанных кривошипов 4 и шатунов 5.

Главная линия клетки роликового сортового стана (рис. 38) имеет в своем составе клеть 1, установленную на раме через ролики 6 и совершающую возвратно-поступательное перемещение от привода, включающего шатуны 2 и кривошипы 3. В клетке закреплены направляющие планки 5, на которые опираются ролики 4, установленные в подвижной каретке 9. Синхронизированное с клетью 1 перемещение каретки 9 производится с помощью тяги 8 и рычага 10.

Аналогичную конструкцию главной линии имеют широко применяемые на практике роликовые станы холодной прокатки труб. Отличием этих клеток от роликовых сортовых клеток является установка в клетки в одной плоскости трех роликов.

Главная линия листового планетарного стана (рис. 39) включает клеть, имеющую в своем составе рабочие ролики 1, опорные валки 2, сепараторы 3 с зубчатыми венцами. Привод вращения опорных валков 2 осуществляется от электродвигателя 21 через шестерню 19 и шестеренную клетку 7. Привод вращения сепараторов 3 производится от электродвигателя 22 через шестерни 18, 13, водило 17, зубчатые колеса 10, 11, шестерни 12, универсальные шпиндели 6, конические зубчатые передачи 4, вертикальные 9 и горизонтальные 23 синхронизирующие валы. Синхронизация приводов вращения сепараторов 3 и опорных валков 2 обеспечивается связью шестерен 13 и 19 соответственно с внутренним и наружным зубчатым зацеплением колеса 16.

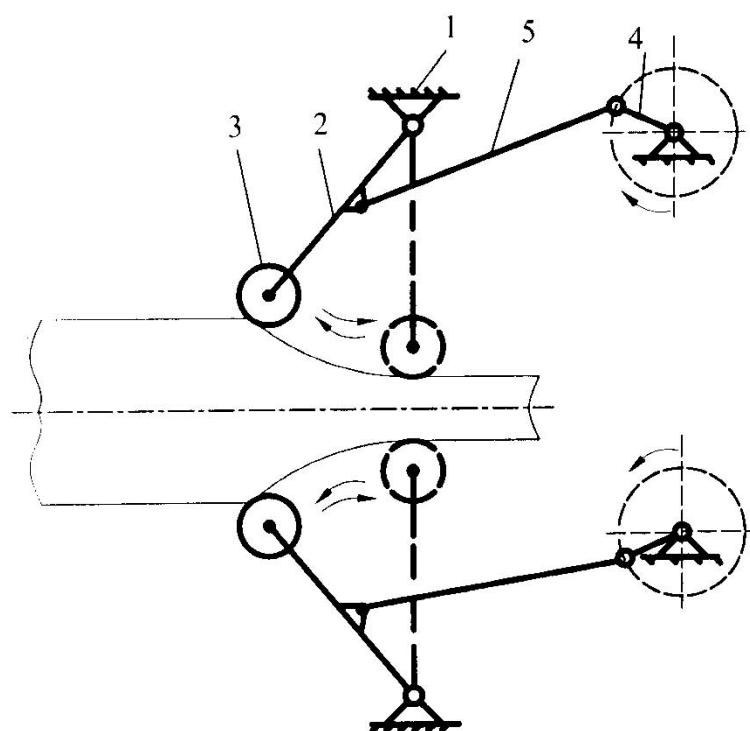


Рис. 37. Главная линия клетки маятникового стана

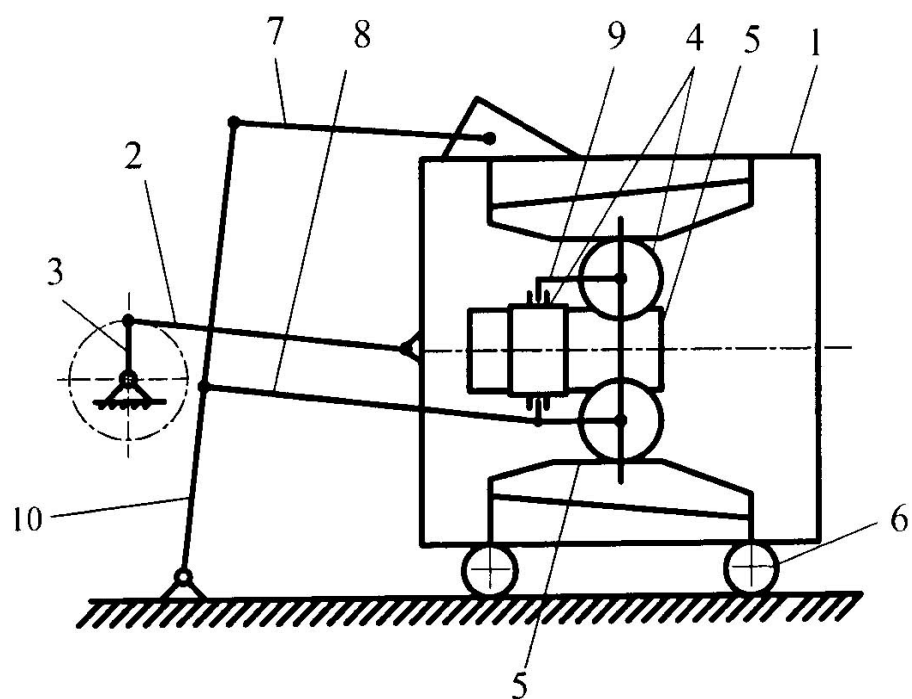


Рис. 38. Главная линия клетки роликового сортового стана

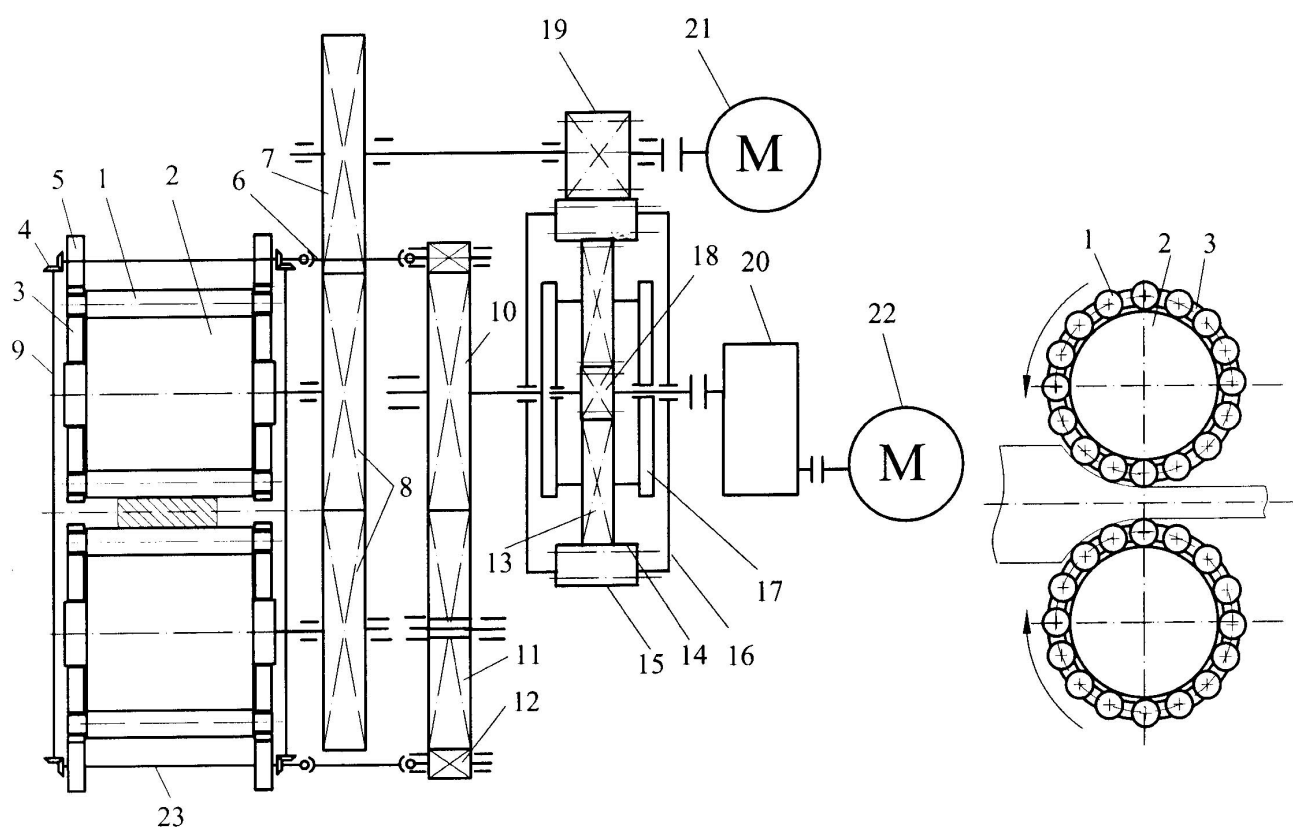


Рис. 39. Главная линия клетки полосового планетарного стана

9. ГЛАВНЫЕ ЛИНИИ КЛЕТЕЙ ПОПЕРЕЧНОЙ И ПОПЕРЕЧНО-ВИНТОВОЙ ПРОКАТКИ

Применяют двух- и трехвалковые клетки поперечной и поперечно-винтовой прокатки.

Главная линия клетки поперечно-винтовой прокатки с индивидуальным приводом грибовидных валков (рис. 40) включает клеть 1, универсальные шпиндели 2, редукторы 3, муфты и электродвигатели 5.

Главные линии клеток поперечно-винтовой прокатки с групповым приводом грибовидных и бочкообразных валков (рис. 41...43) включают клеть 1, универсальные шпиндели 2, редукторы-раздаточные коробки 3, муфты 4, электродвигатели 5, маховики 6 и клиноременные передачи 7.

Главная линия клетки поперечно-винтовой прокатки с групповым приводом дисковых валков (рис. 44) имеет в своем составе клеть 1, редукторы 3, промежуточные валы 2, муфты 4 и электродвигатель 5.

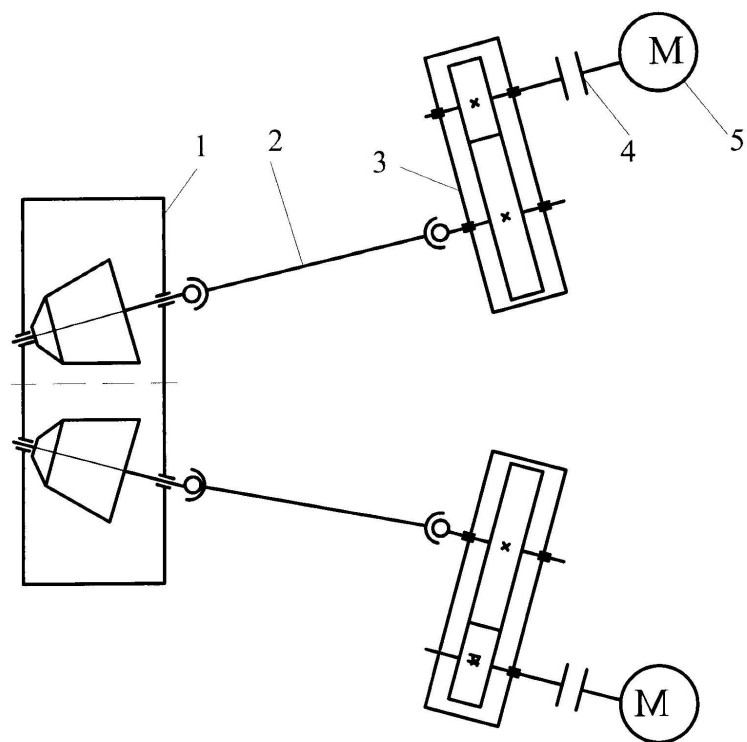


Рис. 40. Главная линия клетки поперечно-винтовой прокатки с индивидуальным приводом грибовидных валков

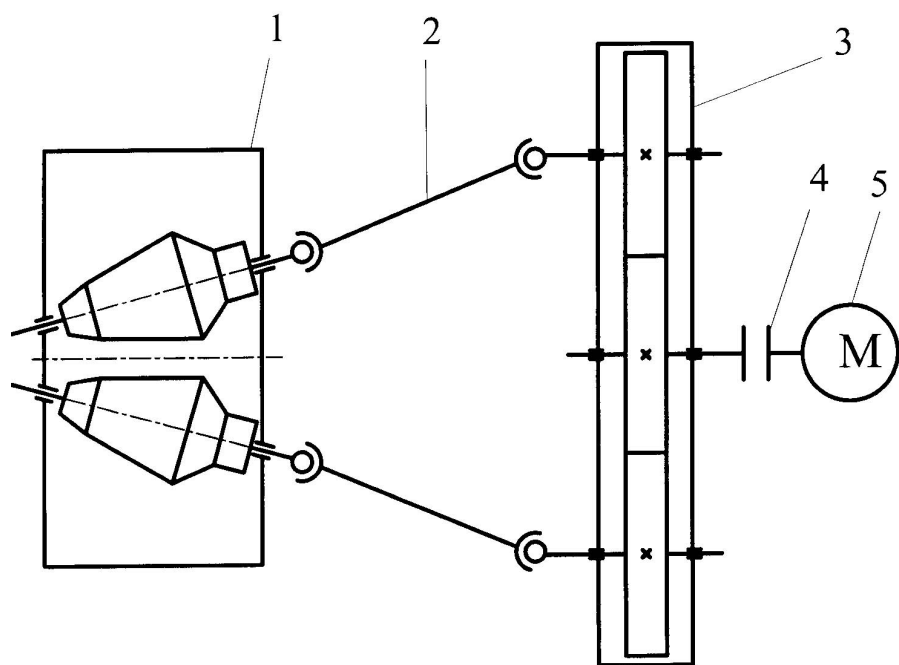


Рис. 41. Главная линия клетки поперечно-винтовой прокатки с групповым приводом грибовидных валков

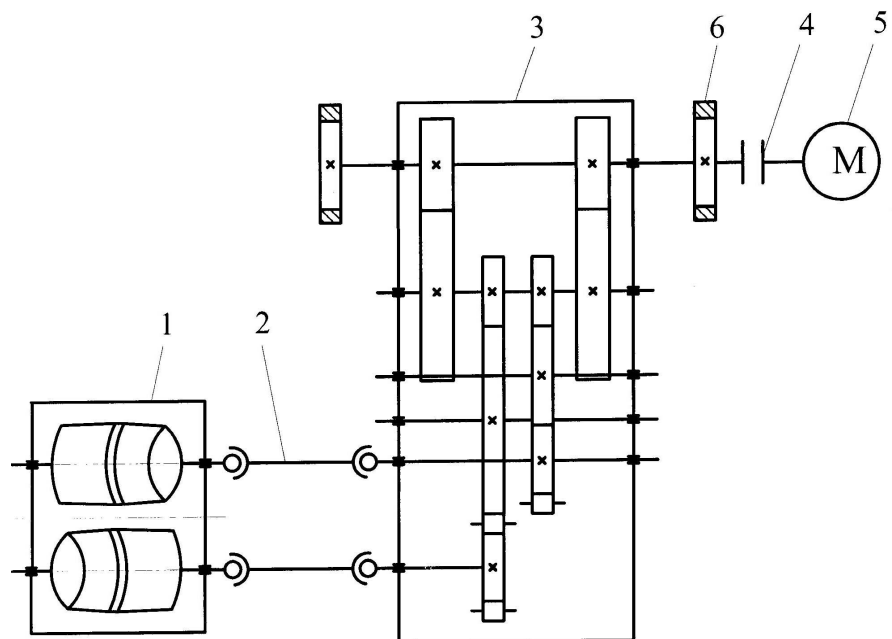


Рис. 42. Главная линия клетки поперечно-винтовой прокатки с групповым приводом бочкообразных валков

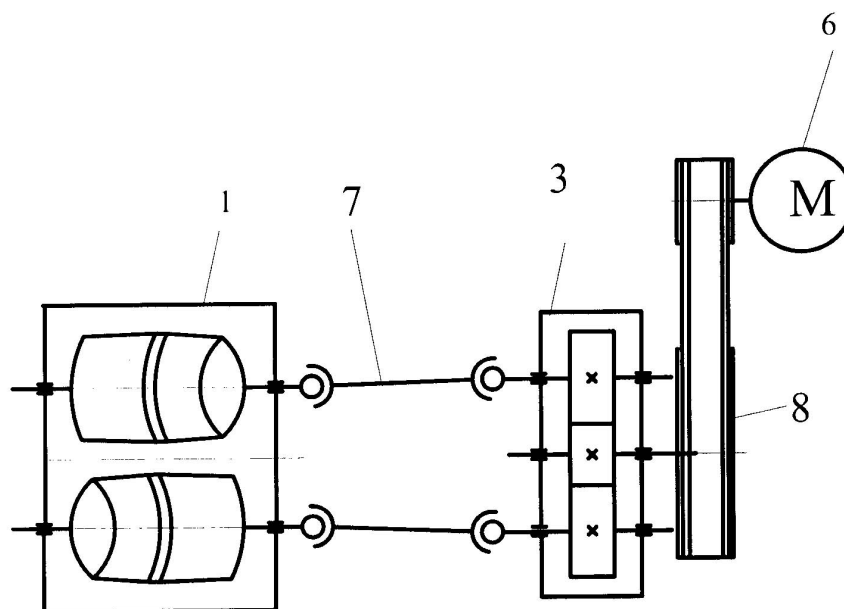


Рис. 43. Главная линия клетки поперечно-винтовой прокатки с групповым приводом бочкообразных валков

The diagram illustrates a power transmission system. On the left, a transformer (labeled 3) is shown with two windings. The primary winding is connected to a power source (represented by two parallel lines). The secondary winding is connected to a load (represented by a circle with an 'x'). A dashed line (labeled 1) indicates a boundary or a specific point in the system. To the right of the dashed line, there is a transformer (labeled 4) with a single winding. This winding is connected to a power source (represented by two parallel lines). The power source is connected to a motor (labeled 5, represented by a circle with 'M'). The motor is connected to a power source (represented by two parallel lines). The entire system is connected to a power source (represented by two parallel lines) on the far left.

43

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вердеревский, В.А. Трубопрокатные станы / В.А. Вердеревский, А.З. Глейберг, А.С. Никитин. – М.: Металлургия, 1983. – 240 с.
2. Периодические профили продольной прокатки (оборудование и технология) / Н.М. Воронцов, В.Т. Жадан, Н.Ф. Грицук и др. – М.: Металлургия, 1978. – 232 с.
3. Костогрызов, И.Д. Механическое оборудование трубных цехов: учебное пособие / И.Д. Костогрызов, В.А. Пиксаев. – Свердловск: УПИ, 1980. – 72 с.
4. Целиков, А.И. Прокатные станы / А.И. Целиков, В.В. Смирнов. – М.: Гос. н-т изд-во лит-ры по черной и цветной металлургии, 1958. – 432 с.
5. Королев, А.А. Механическое оборудование прокатных и трубных цехов: учебник для вузов / А.А. Королев. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Металлургия, 1987. – 480 с.
6. Машины и агрегаты металлургических заводов. В 3-х томах. Машины и агрегаты для производства и отделки проката: учебник для вузов / Целиков А.И., Полухин П.И., Гребенник В.М. и др. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Металлургия, 1988. – 680 с.
7. Коваль, Г.И. Конструкция и расчет новых станов сортовой шаговой прокатки: учебное пособие / Г.И. Коваль. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2000. – 52 с.
8. Выдрин В.Н. Прокатные станы и агрегаты для деформации металла с высокими обжатиями: учебное пособие по курсовому и дипломному проектированию / В.Н. Выдрин, Г.И. Коваль, И.Н. Сахненко. – Челябинск: ЧПИ, 1989. – 51 с.
9. Кагановский, И.И. Планетарный стан 1200 // Прокатное оборудование // Сб. статей № 2. – Центральный институт научно-технической информации машиностроения. М., 1959. – С. 58-79.
10. Коваль, Г.И. Конструкция и расчет новых станов полосовой шаговой прокатки: учебное пособие / Г.И. Коваль. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 1998. – 49 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1. Главные линии прокатных клетей с вращающимися в разных направлениях горизонтальными валками.....	4
2. Главные линии прокатных клетей с вращающимися в разных направлениях вертикальными валками.....	4
3. Главные линии прокатных клетей с трехвалковыми калибрами.....	14
4. Главные линии прокатных клетей с четырехвалковыми калибрами.....	15
5. Главные линии универсальных клетей.....	20
6. Главные линии станов холодной прокатки труб.....	30
7. Главные линии клетей прокатно-ковочных станов.....	30
8. Главные линии роликовых клетей.....	38
9. Главные линии клетей поперечной и поперечно-винтовой прокатки.....	40
Библиографический список.....	44