

Глава 4. СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН.

Системы управления предназначены для включения и выключения различных механизмов машин. По назначению системы управления можно разделить на следующие: управление двигателем; управление муфтами и тормозами; рулевое управление; управление рабочим органом (например, опускание и подъем отвала бульдозера или ковша скрепера, поворот отвала автогрейдера). По конструкции системы управления строительных машин разделяют на механические, гидравлические, пневматические, электрические и смешанные (комбинированные), аналогично силовым приводам, но в отличие от которых в большинстве случаев в системах управления передаются значительно меньшие силы.

Гидравлические, пневматические и электрические управляющие устройства могут быть снабжены системами следящего действия. Различают машины с механизированным и с автоматизированным управлением. Автоматизированное управление и контроль рабочего процесса могут осуществляться на базе микропроцессорной техники. Применяются автоматизированное управление на расстоянии, автоматическое управление на базе микропроцессоров и мини-ЭВМ, а также строительные манипуляторы и роботы, роботизированные машины и комплексы. Механическая система обеспечивает связь руки или ноги машиниста с муфтами и тормозами через рычаги и тяги. Такая конструкция надежна в эксплуатации и имеет высокую чувствительность управления. Основные ее недостатки - необходимость приложения значительных мускульных усилий машиниста к рычагам и педалям, быстрая утомляемость машиниста, ведущая к снижению производительности, необходимость частых смазок и регулировок быстроизнашивающихся шарнирных соединений тяг и рычагов.

Редукторная система управления с приводом от двигателя применяется на таких землеройно-транспортных машинах, как автогрейдеры и грейдер элеваторы, а в других машинах эта система практического применения не нашла. Кинематическая схема этой системы управления показана на рис. 4.1а. В этих системах применяются червячные, цилиндрические и планетарные редукторы. Наибольшее распространение получили червячные редукторы с самотормозящейся червячной парой. Они обеспечивают фиксацию рабочего органа. При

передаче мощности от одного двигателя редукторная система управления выполняется с разветвлением мощности.

Канатно-блочная система управления применяется на скреперах, бульдозерах и на различном навесном тракторном оборудовании (кусторезах, корчевателях и т.п.). Основными частями этой системы управления являются: лебедка, тормоз, направляющие блоки и канатный полиспаст (рис. 4.1, б, в).

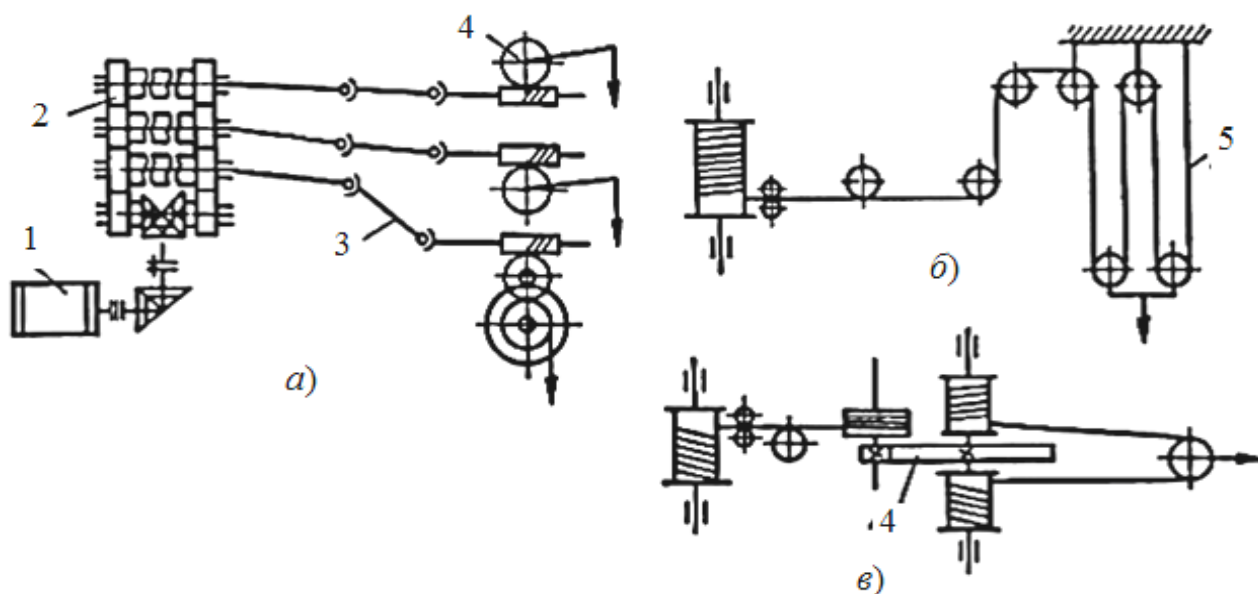


Рис 4.1. Схемы механических систем управления: а – редукторная; б – канатно-блочная с полиспастом; в – канатно-блочная с зубчатой передачей; 1 – двигатель; 2 – механизм реверса; 3 – карданный вал; 4 – редуктор; 5 – полиспаст.

В гидравлической системе управления рычаги полностью или частично заменены исполнительными гидроцилиндрами одно или двустороннего действия, создающими необходимое усилие включения муфт, тормозов и других механизмов. Гидравлические системы управления вытесняют канатноблочные не только в самоходных машинах, но и в навесных и прицепных машинах.

К преимуществам гидросистем управления относятся: независимость относительного расположения агрегатов; легкость включения и выключения; возможность обеспечения большого передаточного отношения; наличие устройств, предохраняющих систему от перегрузок; возможность сравнительно простого осуществления автоматических следящих устройств.

Недостатком гидросистемы управления является то, что ее работа в некоторой степени зависит от температуры окружающего воздуха;

кроме того, отдельные узлы и детали требуют высококачественной технологической обработки.

Различают насосную и безнасосную системы управления. В насосной системе рабочая жидкость под давлением подается насосом через распределитель, которым управляет машинист, в исполнительный гидроцилиндр., т.е. так же, как в силовом объемном гидроприводе. В насосной системе (рис. 4.2, а) рабочая жидкость, поступающая из масляного бака 1, нагнетается насосом 2 через обратный клапан 3 к золотникам распределителя 6, одновременно жидкость подводится в аккумулятор 5. Как только давление в аккумуляторе достигает рабочего, автоматически открывается клапан-пилот 7 и жидкость без давления сливается в бак, что разгружает насос и уменьшается его износ. Если клапан-пилот или система его управления выходят из строя, избыточная жидкость, подаваемая насосом, сливается в бак через предохранительный клапан 4, включенный параллельно и настроенный на несколько большее давление, чем клапан 7. При остановке насоса обратный клапан 3 закрывается, но в системе давление удерживается гидравлическим аккумулятором 5-гидроцилиндром с поршнем. При нагнетании рабочей жидкости поршень, перемещаясь, сжимает пружину (или воздух), чем не только обеспечивается необходимое давление жидкости, но и ее резерв. Поэтому становится возможной кратковременная работа механизма управления при выключенном насосе. В рабочем цилиндре 8 поршень перемещается рабочей жидкостью при открывании золотника распределителя 6. Рабочая жидкость, находящаяся в другой полости цилиндра, вытесняется через распределитель в масляный бак. Фильтр 9 служит для очистки рабочей жидкости от посторонних включений. Давление в сети контролируется манометром 10, установленным за обратным клапаном. Безнасосные системы управления (рис. 4.2, б) просты по конструкции, отличаются большой надежностью и долговечностью, применяются в основном для маломощных машин и механизмов. При нажатии на педаль 11 рабочая жидкость, находящаяся в цилиндре-датчике 12, через трубопровод 14 вытесняется в рабочий цилиндр 15, поршень которого связан с исполнительным механизмом. Утечки жидкости пополняются из бачка 13. Обратный клапан 16 предотвращает возврат жидкости из цилиндра обратно в бачок. Безнасосное гидравлическое управление является более быстродействующим, чем рычажное или пневматическое, так как обладает большей жесткостью, чем пневматическое, и кинематика его более проста, чем у рычажного. Время действия сос-

твляет 0,15...0,2 с. Давление в сети безнасосного гидравлического управления создается усилием оператора, что ограничивает область его применения, поэтому преимущественное распространение получили насосные системы управления.

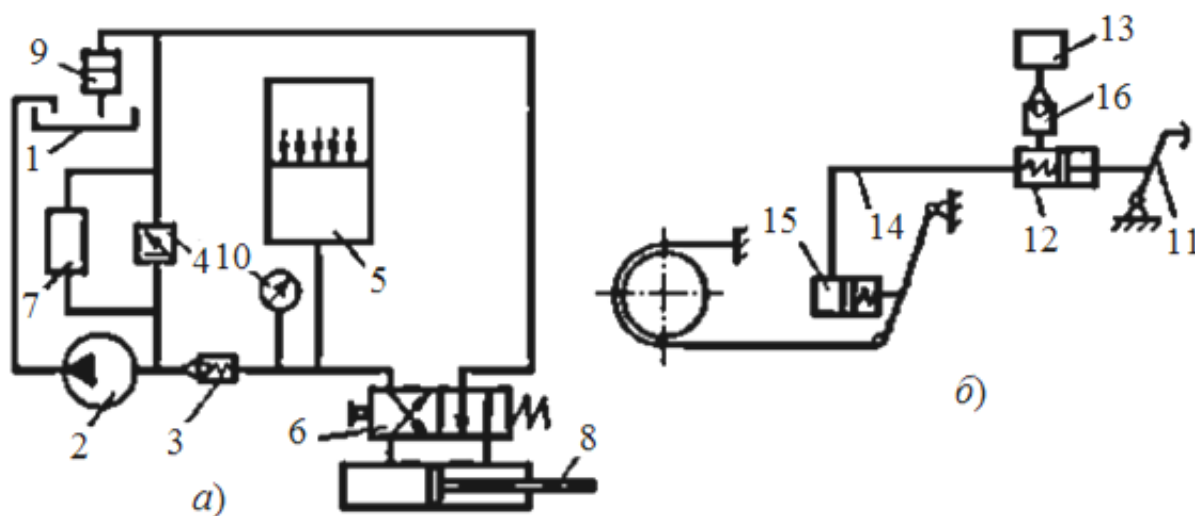


Рис 4.2.Схемы гидравлического управления: а – насосная; б – безнасосная.

В строительных машинах безнасосное гидравлическое управление часто применяется в сочетании с насосным управлением. Рабочая жидкость, используемая в безнасосных системах, отличается от рабочей жидкости, применяемой в насосных системах. Например, для управления тормозами легковых автомобилей эту жидкость иногда называют тормозной жидкостью; она может состоять из 50% глицерина и 50% этилового спирта. Рабочая температура тормозной жидкости обычно не превышает температуры окружающего воздуха, поэтому к ней предъявляются повышенные требования по сравнению с жидкостями насосных систем, рабочая температура которых значительно выше температуры окружающей среды.

Рассмотрим использование насосной гидравлической системы для управления поворотом, например дорожных катков. Водитель рычагом управления 1 (рис 4.3 а) изменяет положение золотника в распределителе 3, и масло из бака 6 насосом 5 подается к силовому гидроцилиндру 4, который, воздействуя на рычаг 2, осуществляет поворот управляемого вальца 7. Для прекращения поворота вальца необходимо золотник вернуть в исходное положение, а для выравнивания вальца золотник должен быть перемещен в противоположную сторону. Такая система проста и надежна в работе; недостаток – отсутствие чувствительности на рычаге управления при повороте машины. Кроме того,

поворот при неработающем двигателе становится практически невозможным.

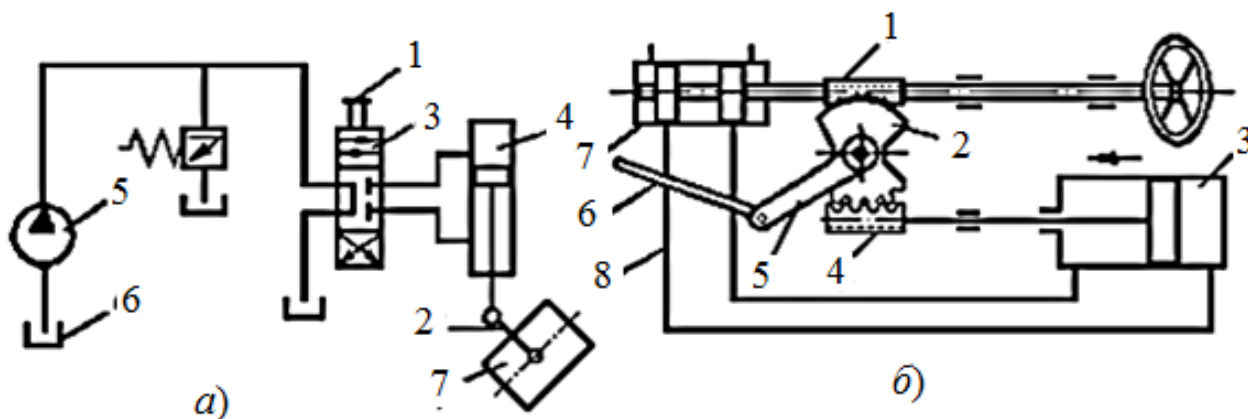


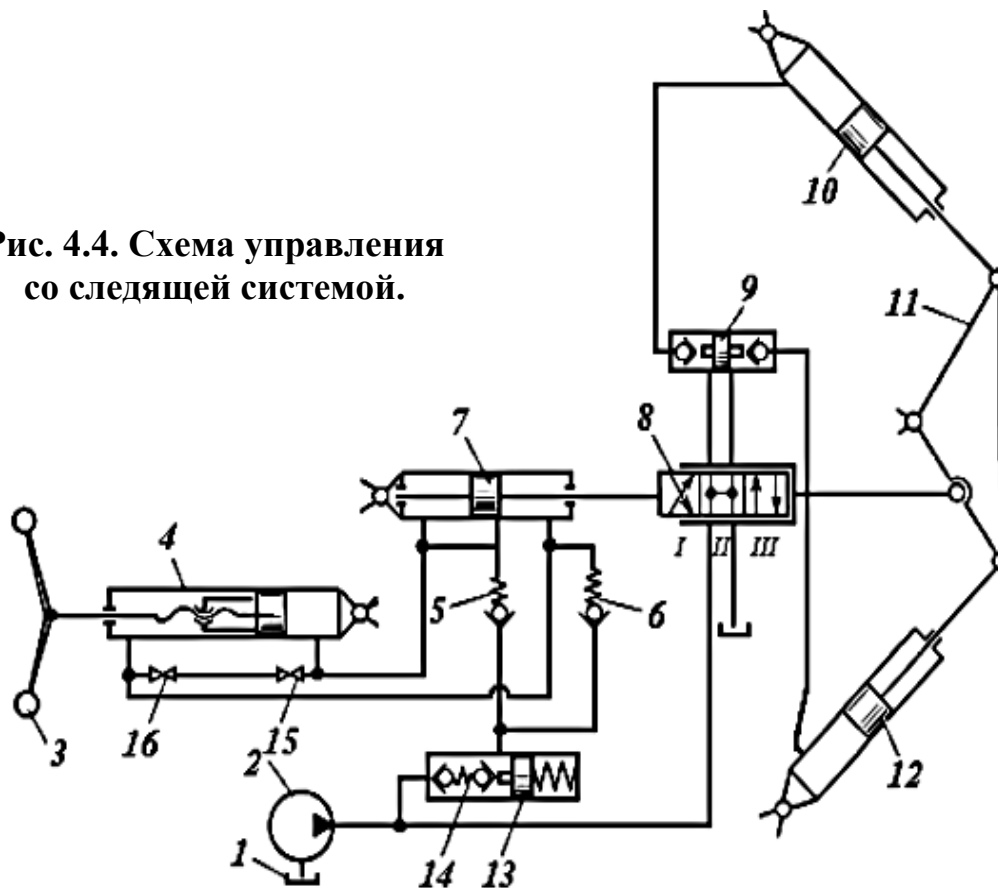
Рис 4.3. Схемы рулевого управления: *а* – с применением гидравлической насосной системы; *б* – с гидроусилителем.

На мощных тягачах и тяжелых самоходных машинах получила распространение система рулевого управления с гидроусилителем. Усилительные устройства должны удовлетворять следующим основным требованиям: при выходе усилителя из строя управление машиной должно осуществляться обычным способом, запаздывание в срабатывании усилителя должно быть минимальным.

В гидравлических и пневматических приводах управление сервомоторами (гидроцилиндрами) осуществляется при помощи золотниковых устройств. Во многих случаях необходимо, чтобы исполнительный орган следил за изменением положения рукояток, педалей или штурвалов, т.е., чтобы он перемещался одновременно с перемещением органов управления. Например, при повороте штурвала управления колесами трактора, автомобиля или другой колесной машины колеса должны поворачиваться синхронно с поворотом штурвала. Если в системе управления установить обычный гидроусилитель (например сервомотор), то при повороте штурвала и перемещении золотника сервопривод задает угол поворота машины больший, чем требуется (повернет колеса до предельного положения). Чтобы исполнительный орган «следил» за движением рычагов, приводимых в движение машинистом, применяют следящие системы (рис. 4.4). При повороте рулевого колеса 3, например, вправо поршень гидроцилиндра рулевой колонки 4 перемещается влево с помощью закрепленной на поршне гайки, которая навинчивается по нарезке вала руля. При этом он вытесняет часть жидкости из левой полости в сервоцилиндр 7. Под действием давления жидкости поршень сервоцилиндра переместится

влево и сдвинет следящий золотник 8 из нейтрального положения II в положение III. При этом жидкость от насоса 2 поступит к двойному управляемому обратному клапану 9, откроет его и переместит поршень рабочего цилиндра 10. Из полости рабочего цилиндра 12 жидкость через клапан 9 и золотник 8 поступит в сливную линию. При этом будет осуществлен поворот колес машин на определенный угол. При остановке золотника поршень будет перемещать траверсу 11, а последняя – корпус следящего золотника влево до восстановления положения II. Подача жидкости к цилиндру 10 и, следовательно, поворот колес прекратятся. Пружинный аккумулятор 13 с зарядными (14) и обратными клапанами (5 и 6) служит для пополнения системы управления маслом в случае его утечки через уплотнения, клапаны 15 и 16 – для регулирования системы. Система рычагов, связывающих шток сервопоршня с осью золотника, обеспечивает обратную связь.

Рис. 4.4. Схема управления со следящей системой.



Пневматическая система управления отличается от гидравлической насосной тем, что в ней вместо жидкости используется воздух, подаваемый компрессором под давлением до 0,7...0,8 МПа. Вследствие сжимаемости воздуха и установки дросселей нарастание давления в исполнительных органах может легко регулироваться в необходимых

пределах. Исполнительными органами такой системы (рис. 4.5.) являются пневмоцилиндры 4 и пневмокамеры 5 одностороннего действия, подвижные элементы которых (поршень или диафрагма со штоком) передают усилие включаемому механизму. Возврат штока в исходное положение обеспечивается пружиной. Работой пневмоцилиндров и камер управляют с помощью регулируемых и не регулируемых пневмоаппаратов 3. Нерегулируемый пневмоаппарат в виде крана, соединяющий ресивер 2 компрессора 1 с рабочей полостью пневмоцилиндра (камеры), обеспечивает подачу сжатого воздуха в пневмоцилиндр без изменения давления. Регулируемый пневмоаппарат позволяет изменять давление воздуха в исполнительном органе, обеспечивая повышенную плавность включения механизма. По сравнению с гидравлической пневматическая система управления обеспечивает более высокую плавность включения. Основные ее недостатки-сравнительно большие размеры исполнительных органов из-за низкого давления в системе и возможность замерзания конденсата, содержащегося в сжатом воздухе.

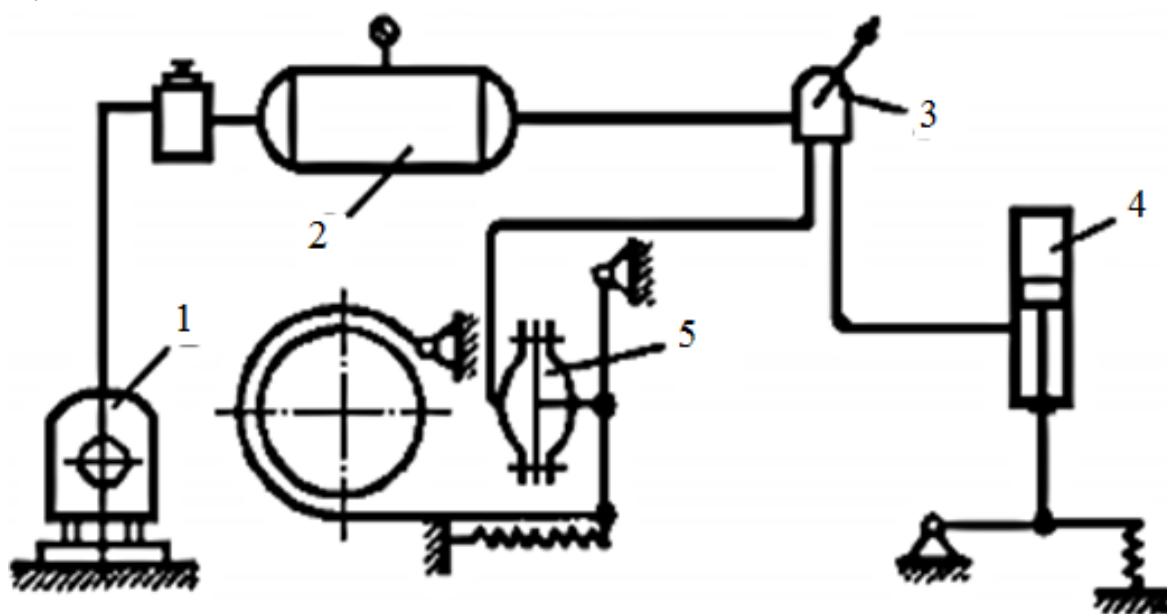


Рис. 4.5. Схема пневматического управления.

Электрическая система управления применяется в машинах с индивидуальным электрическим приводом механизмов и обеспечивает пуск и остановку электродвигателей, регулирование частоты их вращения, реверсирование, безопасную работу и т.п. В состав такой системы входят магнитные пускатели, контроллеры, реле различных типов, автоматические выключатели, кнопки управления «Пуск» и «Стоп», блокирующие устройства, тормозные электромагниты и т.п.

Электрические системы управления надежны, просты и удобны в эксплуатации, обеспечивают дистанционное управление механизмами и всей машиной в целом, создают возможность автоматизации работы. Системы автоматизации управления силовыми установками привода машин в основном направлены на повышение эффективности использования машин и коэффициента использования мощности установленных двигателей силовых установок и двигателей привода основных механизмов, что также способствует повышению производительности машин. Решение этих задач в основном осуществляется путем регулирования нагрузки и скорости. Движения рабочих органов и двигателей машины для поддержания работы в оптимальных режимах, обеспечивающих их максимальные к.п.д., номинальную мощность и минимальную амплитуду их колебаний. К таким системам относятся автоматизированные системы гидро-или электроприводов машин, обеспечивающие оптимизацию работы двигателей силовых установок независимо от резко изменяющихся условий нагружения исполнительных механизмов, а также рекуперацию энергии при торможении больших инерционных масс (поворот одноковшовых экскаваторов, опускание рабочего оборудования и т.п.).

При автоматизации управления машинами применяются комбинированные системы-гидроэлектрические, гидро-пнеumo-электрические и т.п. Автоматизация управления рабочими органами, например, землеройно-транспортных машин, многоковшотраншейных экскаваторов, одноковшовых экскаваторов с оборудованием для планировочных работ в последнее время все более успешно осуществляется с помощью лазерных координаторов. Это позволяет осуществлять планировку земляного сооружения с минимально допустимыми местными отклонениями от средней плоскости до ± 5 см, выдерживать уклоны траншей или поверхностей насыпей и выемок до $+ 0,05$, а при устройстве закрытого дренажа до $\pm 0,0005$.

Принцип работы лазерных координаторов на примере обеспечения рабочим органом заданного уклона показан на рис. 4.6. Лазерный излучатель создает оптическую плоскость, относительно которой определяются высотные отметки точек поверхности участка, на котором работают машины. Лазерные системы управления применяют для управления машин, работающих на расстоянии от лазерного излучателя обычно до 500 м.

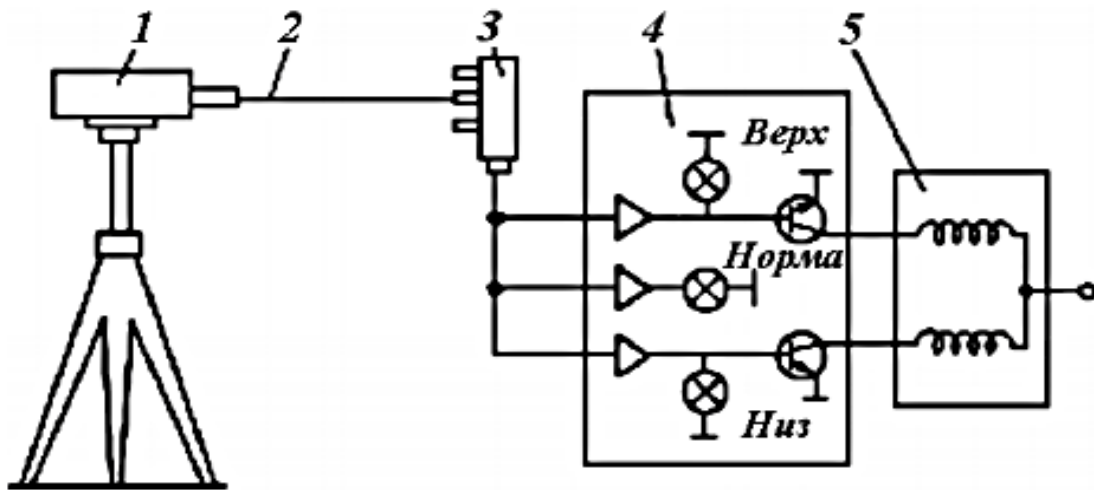


Рис. 4.6. Схема управления рабочим органом землеройной машины для выдерживания уклонов и планировки: 1 – лазерный излучатель; 2 – луч; 3 – фотоприемник; 4 – блок усиления и выработки команд; 5 – электромагниты электрогидравлических золотников управления приводом рабочего органа.

Лазерные системы позволяют: автоматизировать управление группой машин по нескольким координатам с помощью одного излучателя; значительно снизить трудоемкость и повысить точность установки опорной линии или опорной плоскости; повысить устойчивость системы управления и за счет этого увеличить скорость рабочего процесса. Широкое использование лазерных систем при автоматизации машин для земляных работ ограничивается в основном пока еще достаточно высокой их стоимостью. Важными направлениями в совершенствовании лазерных систем управления машинами являются: оптимизация размещения фотоприемных устройств на рабочем оборудовании с учетом его конструкции, количества регулируемых координат и характера внешних возмущений; адаптации системы к изменению расстояния между управляемой машиной и излучателем; разработка систем управления группой машин по индивидуальным программам от одного излучателя; создание устройств пропорционального регулирования в системах электрогидравлического управления в комплексе с микропроцессорами.

Контрольные вопросы.

1. Что такое трансмиссия, передача? Приведите примеры.
2. Перечислите виды механических передач.

3. Для чего применяют редукторы? Перечислите виды наиболее распространенных схем редукторов. Чем отличаются специальные редукторы от универсальных?

4. В чем заключается сущность управления машиной?

5. Приведите классификацию систем управления строительными машинами.

6. Изложите структуру управления в арготической системе.

7. Приведите примеры устройства и принципа работы рычажно-механических, рычажно-гидравлических систем управления, систем с пневмо- и гидроусилителями.

8. В каких случаях для управления машинами используют системы с электрическими, электронным и электромагнитными усилителями?

9. Для чего применяют следящие системы управления? Изложите принцип их действия.