



In the article there is given the overview of possibility of the devices with hydraulic drive application in pipe rolling. There are shown the advantages of such type of drives as compared to the mechanical and electric ones.

*В. И. ТИМОШПОЛЬСКИЙ, ГНУ «Институт тепло- и массообмена им. А.В.Лыкова» НАН Беларуси,
Д. Н. АНДРИАНОВ, Белорусский национальный технический университет*

УДК [62.82+62.85]:669.02.001.24

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГИДРОПРИВОДА В ТРУБОПРОКАТНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Широкое использование гидравлического привода в различных отраслях промышленности, в том числе и металлургической, которая является одной из наиболее энергоемких, обусловлено рядом его положительных свойств, позволяющих ему с успехом конкурировать с электрическим приводом. Прежде всего следует указать на возможность создания высоких давлений, что позволяет реализовать большие рабочие усилия на плунжерах (поршнях) при относительно малых их размерах. Кроме того, гидравлическую энергию, как и электрическую, можно передавать на относительно большие расстояния по трубопроводам в любом направлении, она может дробиться на любое число частей. При использовании гидравлической энергии достаточно просто воспроизводятся прямолинейные и вращательные движения рабочего исполнительного механизма. Поэтому наряду с электрическим приводом в настоящее время в металлургических агрегатах широко используются гидравлические приводы, которые имеют свои достоинства, особенно в применении к вспомогательным машинам и механизмам [1].

Гидравлический привод в качестве исполнительного механизма применяется при выполнении основных операций в процессе производства труб; для обжатия слитков; в стыкосварочных машинах; для подачи трубной заготовки в пилигримовых станах и в других агрегатах. Он предпочтительнее в тех случаях, когда требуется преодолевать большие усилия при малых скоростях исполнительных органов. Электродвигатели, наиболее экономично используемые при больших скоростях ведомых звеньев механизмов, нельзя применить при малых или средних скоростях этих звеньев без промежуточных устройств — редукторов [5].

При комбинировании электрических и гидравлических систем в металлургических агрегатах удается создать надежную и компактную слабо-

точную электрическую систему, управляющую комплексом гидравлических исполнительных механизмов, которые могут работать либо в позиционном или следящем режиме, либо как автоматические регуляторы процессов.

Станы для прошивки трубных заготовок оборудуются на входной и выходной сторонах рядом механизмов с гидравлическим приводом. Время срабатывания механизмов и их надежность определяют производительность основного технологического оборудования.

Слитки, нагретые в методических печах, по рольгангу подаются на специальную тележку, транспортирующую слиток к прошивному стану и сбрасывающую его в желоб. Один из типов сбрасывателя (рис. 1) имеет тележку 3 с роликами 2, на которые поступает слиток с рольганга. Тележка передвигается на колесах по рельсам на площадке 5, поворачивающейся вокруг оси 7 с помощью гидравлического привода 6. При ударе тележки со слитком 1 об упор площадки слиток под действием сил инерции сбрасывается с площадки в приемный желоб стана. При опускании площадки тележка возвращается в исходную позицию и останавливается в крайнем положении при помощи амортизирующего упора 4 [4].

На выходной стороне прошивного стана трубопрокатной установки используются гидравлические приводы для манипулирования упорным подшипником и подъемным рольгангом. На рис. 2 показаны гидравлические механизмы поворота корпуса упорного подшипника и подъемного рольганга. После завершения прошивки фиксаторы (не показанные на рисунке) освобождают головку подшипника 7. Головка смонтирована на оси, вращающейся в подшипниках станины 8. На нижнем конце оси укреплено зубчатое колесо 9, приводимое нарезанной на двояном плунжере рейкой 10.

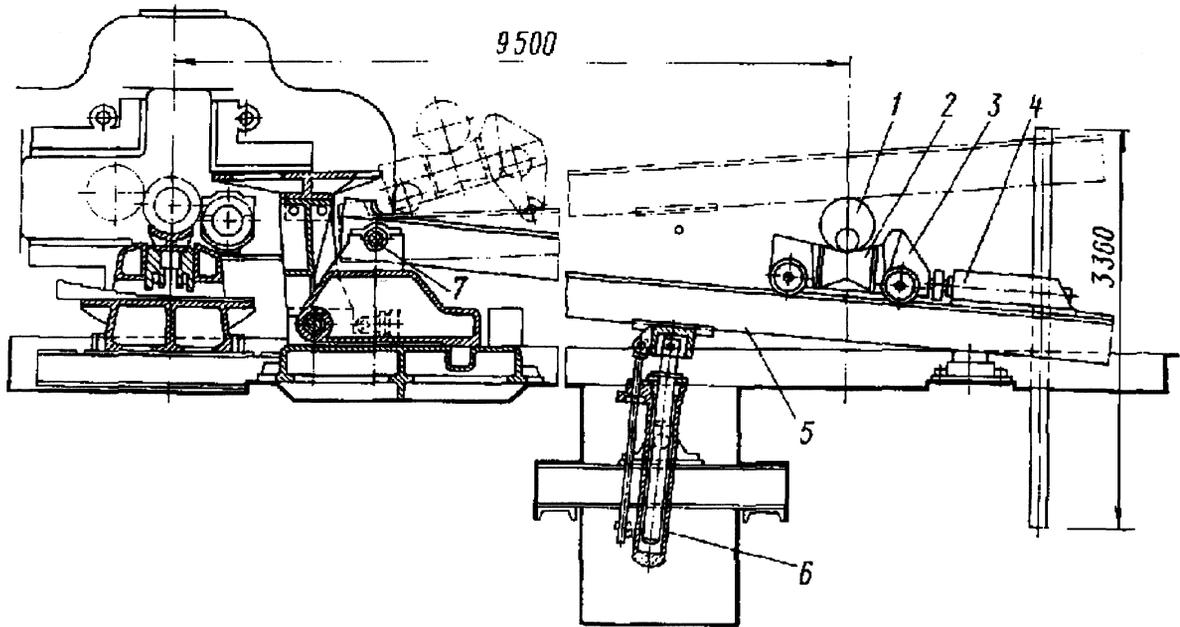


Рис. 1. Схема сбрасывателя прошивного стана

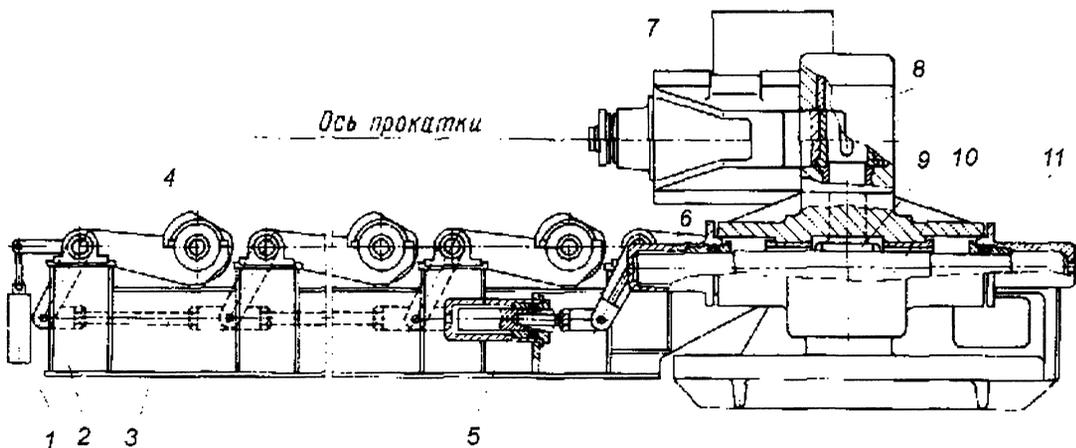


Рис. 2. Схема гидравлического привода элементов прошивного стана

Поворот головки подшипника осуществляется при подаче жидкости в цилиндры 11 или 6. Поступательное движение плунжера преобразуется рейкой и колесом во вращательное движение головки, поворот которой ограничен упорами на станине 8. Поворот головки вокруг оси, смещенной относительно оси прокатки, необходим для свободного прохода гильзы. После отвода головки производится подъем роликов 4, размещенных на связанных между собою тягами 3 коромыслах, при помощи гидроцилиндра 5, установленного на раме 2. Частичное уравнивание роликов осуществляется контргрузом 1. Под действием неуравновешенной силы тяжести ролики опускаются, при этом жидкость из цилиндра 5 вытесняется в сливную магистраль.

В трубопрокатном производстве для получения бесшовных труб диаметром от 6 до 16 дюймов из предварительно прошитого слитка используются установки с валками круглого переменного ка-

либра. При прокатке в валках такого типа, вращающихся с постоянной угловой скоростью, оправке вместе с посаженной на нее заготовкой задается возвратно-поступательное движение при помощи подающего аппарата. Кроме того, корпусу подающего аппарата в течение каждого оборота валка сообщается дополнительное движение в направлении к валкам.

Пилигримовые станы по устройству и динамическим процессам, сопровождающим их работу, являются наиболее сложными прокатными станами. В соответствии с технологической схемой можно отметить несколько фаз движения стержня с оправкой, реализуемых подающим аппаратом: 1) вынужденное перемещение заготовки, обжимаемой валками, зависящее от катающего диаметра валков; 2) торможение заготовки, освобожденной валками; 3) разгон заготовки при движении в направлении к валкам; 4) торможение заготовки при подходе к положению, в

котором происходит ее захват валками. Каждая из фаз, кроме первой, может быть разделена в зависимости от типа подающего аппарата на подфазы, в пределах которых происходит изменение структуры уравнений, описывающих процесс.

На рис. 3 приведена схема гидравлических механизмов пилигримового стана. Перед началом

работы механизмов включают автоматические запорные клапаны 23 и 25 при помощи распределителей 24 и 26, подавая напряжения на их катушки. При обесточивании электрической схемы управления механизмами клапаны 23 и 25 запирают жидкость в цилиндрах 1 и 3, останавливая каретку 2.

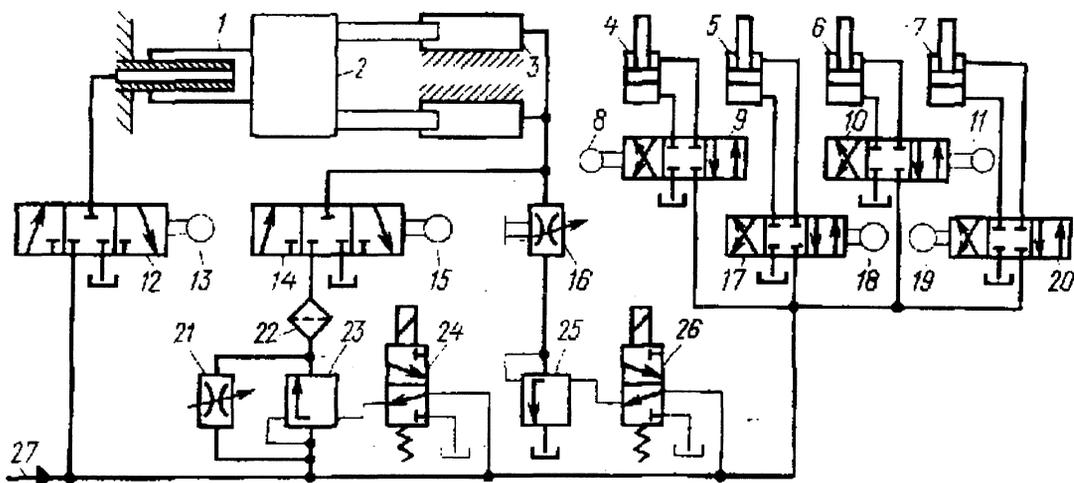


Рис. 3 Гидравлическая схема пилигримового стана

При движении каретки 2 механизма подачи подающего аппарата к валкам клети при прокатке трубы цилиндр 1 соединяют через клапанный распределитель 12, приводимый в движение электрическим приводом 13, с магистралью 27 (давлением 10 МПа), а цилиндры 3 – через регулируемый дроссель 16 и клапан 25 со сливом. Величина подачи каретки за один оборот валков регулируется дросселем 16. Распределитель 14 с электрическим приводом 15 при этом занимает нейтральное положение, отсоединяя цилиндры 3 от магистрали 27.

Быстрый подвод каретки к валкам и отвод ее от валков осуществляется при помощи распределителей 12 и 14, при этом включается запорный клапан 25 обесточиванием катушки распределителя 26. При медленном отводе каретки от валков жидкость в цилиндры 3 поступает из магистрали через дроссель 21, фильтр 22 и распределитель 14, минуя запорный клапан 23.

Цилиндры 4, 5, 6 и 7 механизмов опорного ролика для поддержания переднего конца дорна при крайнем положении каретки, снятия трубы с дорна, подъемного стола для дорна и гильзы и подъемного ролика для поддержания переднего конца гильзы управляются при помощи клапанных распределителей 9, 10, 17 и 20, приводимых в движение электрическими приводами 8, 11, 18 и 19. Аналогичные схемы использованы для управления гидравлическими механизмами подъема и опускания поддерживающего языка и шибера, смонтированными на рабочей клети пилигримового стана, а также механизмом подъема вывод-

ного ролика, установленного на выходной стороне клети.

В трубном производстве прессы различной мощности выполняют основные технологические или подготовительные операции. В производстве бесшовных труб прессы используются для ломки заготовки на мерные длины, прошивки отверстия в заготовке перед прокаткой или прессовкой, высадки концов бурильных и обсадных труб, испытаний на давление и в ряде других случаев.

В зависимости от характера технологических операций прессы имеют соответствующее количество гидравлических исполнительных механизмов с общим или отдельным питанием. Наиболее простые прессы имеют один исполнительный механизм, как например, пресс для ломки заготовок.

В зависимости от величины давления могут быть использованы поршневые или плунжерные исполнительные механизмы. В последнем случае имеется не менее двух цилиндров, из которых один используется для прямого и второй – для обратного хода исполнительного органа.

Прессы могут быть с ручным, автоматическим или полуавтоматическим управлением.

Перед нагревом в печах поступающая из прокатных цехов с непрерывных заготовочных станов трубная заготовка должна быть разделена на штуки мерной длины, соответствующей заказам на готовые трубы. Ломка надрезанной заготовки производится на гидравлических прессах.

Гидромеханическая система пресса усилием 500 т для ломки заготовок приведена на рис. 4. Траверса 3 пресса перемещается к заготовке 2 при

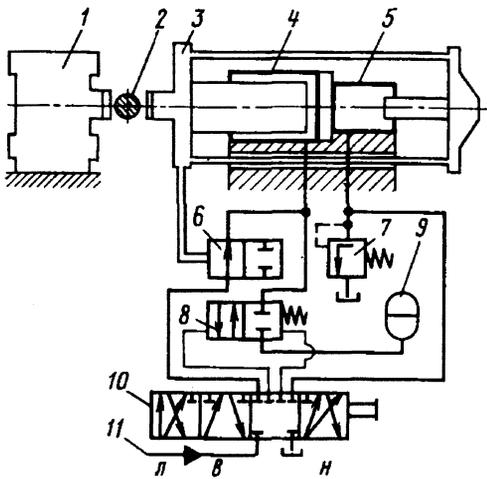


Рис. 4. Гидравлическая схема прессы для ломки заготовок

помощи главного цилиндра 4 диаметром 750 мм, соединенного через главный клапан 8 с резервуаром 9 технической воды (давлением 0,5 МПа). Управление главным клапаном осуществляется посредством клапанного распределителя 10, установленного в положении «в». Вытесняемая из возвратного цилиндра 5 жидкость сливается через предохранительный клапан 7, отрегулированный на давление, несколько превышающее давление в магистрали 11 (12 МПа).

При подходе траверсы к заготовке распределитель 10 переводят в положение «л». Жидкость из магистрали 11 через распределитель 10 и регулятор 6 поступает в цилиндр 4, перемещая траверсу 3 к заготовке 2. Происходит ломка заготовки на упоре 1. После этого траверса быстро перемещается вперед под действием магистрального давления, соединенный с ней регулятор 6 отсекает поступление жидкости из магистрали в главный цилиндр, в результате чего траверса останавливается. Предохранение системы от гидравлического удара в цилиндр 5, возникающего в результате быстрого перемещения траверсы, осуществляется клапаном 7.

Траверса отводится от заготовки при помощи возвратного цилиндра, соединенного через распределитель 10 (положение «н») с магистралью. При этом жидкость из главного цилиндра вытесняется через главный клапан в резервуар технической воды.

На рис. 5 приведена принципиальная схема гидромеханической системы прессы для прошивки слитков диаметром до 600 мм и длиной до 2000 мм, усилием 2000 т и производительностью 50 шт./ч, установленного на трубопрокатной установке с пилигримовыми станами [2].

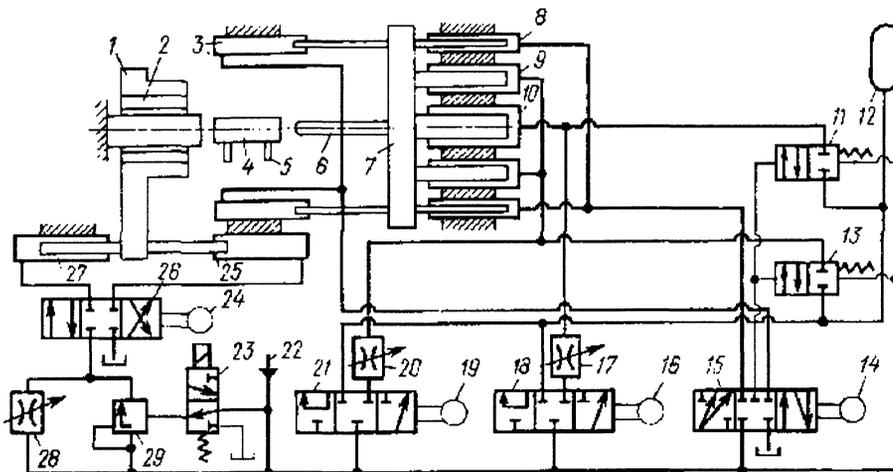


Рис. 5. Принципиальная гидромеханическая схема прессы для прошивки заготовок

Нагретые круглые или многогранные слитки при помощи рольганга, расположенного вдоль прессы, подводятся к упору и сталкивателем подаются на загрузочное устройство, которое укладывает их на приемный стол 5. Процесс прошивки осуществляется в матрице 2, которая надвигается на заготовку 4 контейнером 1 при помощи гидроцилиндров 25 и 27. Для выполнения этой операции подаются команды на электродвигатель 24, катушку распределителя 23, при помощи которых цилиндр 27 через клапанный распределитель 26 и клапан 29 соединяется с магистралью 22 (давление 20 МПа), а цилиндр 25 — со сливом. Контейнер с

матрицей перемещается вправо и при подходе к крайнему положению подает команду на свое торможение. При помощи распределителя 23 правая полость клапана 29 соединяется со сливом и жидкость из магистрали 22 поступает теперь к распределителю 26 через дроссель 28, обеспечивая плавный подход контейнера к рабочей позиции.

Прошивку заготовки можно выполнить по трем программам, обеспечивающим различное усилие прошивки. Усилие, развиваемое главным цилиндром 10, составляет 1200 т, два вспомогательных цилиндра 9 развивают усилие 600 т и два дополнительных цилиндра 8 — 200 т.

По 1-й программе после остановки контейнера в крайнем положении подаются команды на электродвигатели 14, 16 и 19 клапанных распределителей 15, 18 и 21. Жидкость из магистрали 22 поступает через соответствующие распределители и дроссели 17 и 20 в цилиндры 8, 9 и 10. Одновременно жидкость из возвратных цилиндров 3 и левых полостей клапанов 11 и 13 через распределитель 15 сливается в бак. Траверса 7 перемещается влево, прошивая иглой 6 заготовку 4. Усилие прошивки достигает максимального значения 2000 т.

По 2-й программе (усилие 1400 т) жидкость из магистрали высокого давления подводится только к цилиндрам 8 и 10, а цилиндры 9 через дроссель 20 и распределитель 21 соединяются с наполнительным баком 12, расположенным выше рабочих цилиндров.

По 3-й программе жидкость из магистрали подается в цилиндры 8 и 9 таким же образом, как и по 1-й, а цилиндр 10 через дроссель 17 и распределитель 18 соединяется с баком 12. Усилие прошивки при этом 800 т.

Холостой ход траверсы при настройке или ремонте осуществляется при помощи цилиндров 8, а цилиндры 9 и 10 соединяются с баком 12 посредством распределителей 18 и 21.

После прошивки заготовки подаются команды на электромагниты распределителей 15, 18 и 21, при помощи которых возвратные цилиндры 3 соединяются с магистралью, дополнительные ци-

линдры 8 — со сливом, а главный 10 и вспомогательные 9 цилиндры через клапаны 11 и 13 — с наполнительным баком. Траверса с иглой перемещается вправо и при подходе ее к крайнему положению отверстие в распределителе 15 прикрывается, и тем самым уменьшается расход жидкости из магистрали в цилиндры 3.

Затем подают команду на возврат контейнера с матрицей в исходное положение, соединяя цилиндр 25 с магистралью через распределитель 26 и клапан 29, а цилиндр 27 — со сливом. Под действием возвратного цилиндра контейнер перемещается влево, а прошитый слиток остается на месте. При подходе к крайнему положению производится торможение контейнера при помощи дросселя 28, правая полость клапана 29 при этом соединяется с магистралью, затем подается команда на выброс прошитой заготовки на транспортирующий ролик и цикл прошивки заканчивается.

Схема гидромеханической системы горизонтального пресса усилием 750 т для гидравлического испытания труб диаметром 110–400 мм с ручным управлением показана на рис. 6. Испытуемая труба 4 подается на переднюю опору 7 и поднимается до оси пресса при помощи цилиндра 5, соединенного через клапанный распределитель 9 с напорной магистралью 10 (давление 12 МПа). Возвратные цилиндры 6 постоянно соединены с напорной магистралью, поэтому при соединении полости цилиндра 5 со сливом опора опускается [3].

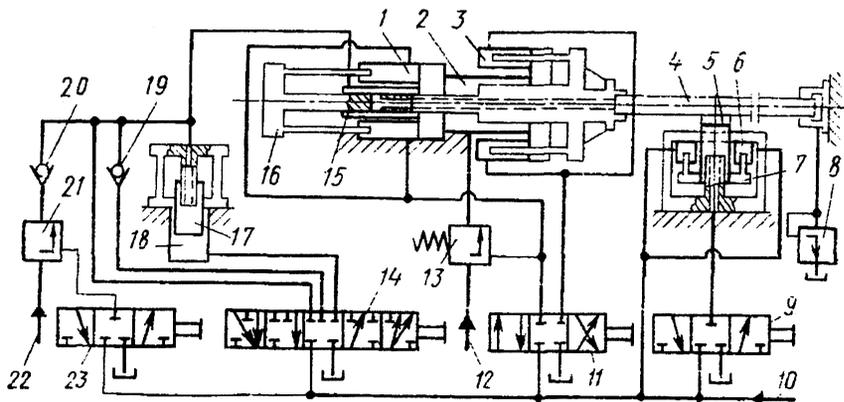


Рис. 6. Принципиальная схема пресса для испытания труб давлением

Траверса 16 пресса перемещается к трубе при помощи цилиндров 3, соединенных через клапанный распределитель 11 с магистралью 10, и зажимает трубу по торцам. Вытесняемая в сливную магистраль из цилиндров 1 жидкость, создавая давление в системе, воздействует на клапан 13, через который цилиндр 2 заполняется водой из магистрали 12 (давление 0,1 МПа) с тем, чтобы создать гидравлическую подушку, необходимую для предотвращения отхода траверсы во время испытания.

Перед началом гидравлического испытания производится заполнение испытуемой трубы жид-

костью низкого давления (0,5 МПа) через цилиндр 15, в который она поступает с помощью распределителя 23 из магистрали 22 через клапаны 21 и 20. Для удаления воздуха при наполнении трубы используется клапан 8.

При испытании трубы с помощью распределителя 14 соединяют магистраль 10 через обратный клапан 19 с цилиндром 15 подвода жидкости к испытуемой трубе и с цилиндром 17 мультипликатора, перемещая последний для зарядки в нижнее положение. Далее посредством этого же распределителя соединяют цилиндр 18 с напорной магистралью, перемещая цилиндр 17 вверх. В

цилиндре 17 создается высокое давление (до 40 МПа), на которое испытывается труба. При испытании траверса пресса удерживается гидравлической подушкой в цилиндре 2, давление которой не превышает 12 МПа.

При снятии давления соединяют через распределитель 14 со сливом сначала цилиндр 18, а затем цилиндр 15. Далее отводят траверсу от трубы, соединяя цилиндры 1 и 3 через распределитель 11 с напорной магистралью и со сливом, а цилиндр 2 через клапан 13 – с магистралью 12.

Заключение

Приведенный обзор применения гидравлического привода в трубопрокатном производстве показывает его значительные возможности и преимущества, еще не до конца освоенные при проектировании и эксплуатации металлургического оборудования. Использование гидравлического привода позволит упростить кинематику

механизмов трубопрокатного производства за счет простоты реализации поступательных, вращательных и поворотных движений гидравлическими двигателями, снизить весовые и стоимостные характеристики по сравнению с электрическими и электромеханическими приводами.

Литература

1. Башта Т.М. Машиностроительная гидравлика. М.: Машиностроение, 1971.
2. Бочаров Ю.А., Прокофьев В.Н. Гидропривод кузнечно-прессовых машин. М.: Высш. шк., 1969.
3. Иоффе А.М., Кукушкин О.Н. и др. Элементы гидропривода и их функции // Гидравлическое оборудование металлургических цехов. М.: Металлургия, 1989. С. 12–27.
4. Кожевников С. Н. Аппаратура и механизмы гидро-, пневмо- и электроавтоматики металлургических машин. М.: Машгиз, 1961.
5. Кожевников С.Н., Пешат В.Ф. Гидравлический и пневматический приводы металлургических машин. М.: Машиностроение, 1973.