

СТ

7(107)2014 ■ СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

АНАЛИТИКА

АСФАЛЬТОУКЛАДЧИКИ



ТЕХНИКА/КРУГЛЫЙ СТОЛ

МИНИ-ТЕХНИКА КОМПАНИЙ ФУЛЛАЙНЕРОВ

СОБЫТИЕ

ФИНАЛ КОНКУРСА
ОПЕРАТОРОВ

ТЕХНИКА

НОВЫЕ ТИПЫ КИТАЙСКИХ
ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ
МАШИН

ТЕХНОЛОГИИ

ОЧИСТКА ГАЗОВ
И ПЫЛЕУЛАВЛИВАНИЕ
НА АБЗ

ГРОЗА ОБЛЕДЕННЫХ ДОРОГ

ЛЕДОСКАЛЫВАТЕЛЬ ЛНД

Обледенение автомобильных дорог несет множество опасностей автотранспорту. Качественная уборка асфальтобетонных покрытий в зимний период до сих пор остается актуальной задачей у всех дорожных и коммунальных служб. Этой проблемой занимаются не только в России, но и в странах Северной Европы и в Канаде.

Советскими учеными было установлено, что сила сцепления льда с асфальтом заметно превосходит усилия, необходимые для разрушения как асфальта, так и льда. Поэтому при механическом разрушении наледи дорожного полотна либо остаются ледяные бугорки, либо вырываются кусочки асфальта. Конечно, порча дорожного полотна недопустима, а вот качество разрушения льда во многом зависит от видов применяемой для его уборки техники.



Xимические реагенты, которыми обрабатывают дорожное полотно городских улиц и важных автомагистралей, способны растопить лед и сохранить асфальтобетонное покрытие. Но этот способ достаточно дорогой и вызывает вопросы в части охраны окружающей среды и долговечности ряда компонентов мобильной техники.

В целях развития отечественного на весного оборудования для очистки дорог в зимнее время механическим способом компания ЗАО «Энерпром-Инженерные решения» разработала ледоскалыватель ЛНД. Этот вид снегоуборочного оборудования значительно увеличивает производительность за счет высокой скорости передвижения базовой автомашины, на которую оно навешивается.

Принцип действия ледоскалывателя ЛНД основан на свободном вращении подпружиненного опорного катка, оснащенного специальными стальными заостренными шипами. Во время движения транспортного средства вращающийся

каток ледоскалывателя равномерно разрушает снежно-ледяную корку по всей ширине захвата, что способствует быстрому очищению дорожного полотна от наледи.

На шарнирно-сочлененной раме, которая крепится с помощью быстро съемных соединений к базовой машине, установлен в подшипниковых узлах составной цилиндрический каток. К внешней поверхности его секций прикреплены заостренные шипы. Количество шипованных секций катка определяет общую ширину рабочей полосы ледоскалывателя.

Гидроцилиндр шарнирно-сочлененной рамы переводит каток из транспортного в рабочее положение. Он также позволяет регулировать высоту заглубления заостренных шипов в лед, что удобно при эксплуатации ледоскалывателя на неровных поверхностях.

Одной из его конструкторских особенностей является наличие резиновых вставок внутри катка, которые заметно снижают вибрацию, передаю-

Корниенко С.И., д.т.н., профессор РАН

TERROR OF ICE-COVERED ROADS

Kornyushenko S.I., RANS professor

In the article is elucidated a problem of cleaning of the asphalt concrete roadway from ice crust in Winter period. Here is given a structure of the new ice splitter, designed as an attachment to various types of road-building and municipal technique. Its main assemblies are shown, technical parameters are given.

щуюся на машину. Гашение вредных колебаний высокой частоты существенно снижает уровень шума, увеличивает ресурс ледоскалывателя. Вместе с тем резиновые вставки выступают в качестве амортизатора между ледоскалывателем и дорожным полотном, что исключает повреждение асфальтобетонного покрытия.

Ледоскалыватель ЛНД производится в нескольких модификациях. Он может навешиваться как впереди транспортного средства, так и сзади него. Базовыми машинами могут являться тракторы типа МТЗ или автомобили КАМАЗ. Технические возможности позволяют навешивать его и на другую транспортную технику. Рабочая ширина в зависимости от количества катков и типа базовой машины может достигать 2700 мм. За один проход ледоскалыватель полностью разрушает весь лед глубиной до 50 мм при скорости движения 40 км/ч.

Также он может использоваться совместно с плунжерным отвалом. В результате полученная ровная шероховатая поверхность повышает безопасность движения на дорогах.

Благодаря применению ледоскалывателя ЛНД можно исключить обработку дорожной поверхности различными химическими реагентами, тем самым позитивно повлиять на экологию уличной и придорожной среды.

Ледоскалыватель не требует высоких эксплуатационных расходов в сравнении с другими существующими современными способами очистки дорог от льда. Стоимость его на 30% ниже аналогов зарубежных партнеров.

Следует отметить, что помимо очистки дорожного полотна от снега и наледи ледоскалыватель ЛНД в летний период можно использовать для выравнивания и восстановления дорог с гравийным покрытием. **СТ**

КЛАПАНЫ РАСХОДА СВЕРХВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

Для гидравлических испытаний и тестирования различных замкнутых емкостей (баллонов, сосудов, трубопроводной арматуры и т.п.) используются специальные насосные станции и стенды. Они содержат гидроприводы сверхвысокого давления (до 400,0 МПа (4000 бар) и более). С таким высоким давлением выпускаются и гидравлические исследовательские стенды, предназначенные для изучения свойств различных веществ, материалов и т.п. В качестве источника гидравлического потока в них применяются радиально-поршневые, плунжерные насосы или мультипликаторы давления. Вместе с тем определенные сложности возникают при распределении, регулировании и местной фильтрации потока рабочей жидкости сверхвысокого давления.

Золотниковые клапаны и распределители в системах сверхвысокого давления практически не используются. Большие перепады давления существенно увеличивают утечки в золотниковых парах, а при маленьких расходах они составляют высокий процент и крайне негативно влияют на КПД всей гидросистемы. Поэтому изменение направления потока рабочей жидкости часто выполняют шаровые краны, а регулирование расхода – игольчатые клапаны. Еще одними из важнейших гидрокомпонентов, управляющих расходом, являются обратные клапаны. А очистку рабочей жидкости

непосредственно в рабочих гидромагистралях осуществляют местные линейные фильтры.

Следует отметить, что помимо минеральных масел в гидросистемах со сверхвысоким давлением в качестве рабочей жидкости используется техническая вода, особенно в испытательных стендах. Поэтому большинство гидрокомпонентов изготавливаются из прочных нержавеющих сталей.

Одним из немногочисленных мировых лидеров серийного производства клапанов расхода сверхвысокого давления, линейных фильтров и аксессуаров к ним является фирма BuTech (США), которую

Корнищенко С.И.,
д.т.н., профессор РАН

FLOW RATE VALVES OF ULTRAHIGH PRESSURE

Kornyushenko S.I., RANS professor

In the article are described flow rate valves of the ultrahigh pressure and line filters for such hydraulic systems. Here are given structural layouts of principle and photos of real samples of distribution cocks, needle and check valves, line filters. The main technical characteristics of standard size ranges of the mentioned hydraulic components are given.

на российском рынке официально представляет компания «Энерпром».

Для изменения направления потока рабочей жидкости в системах сверхвысокого давления часто применяются 2-, 3-, 4- и 5-ходовые шаровые краны. На рис. 1 приведены принципиальные схемы таких распределительных устройств.

На рис. 2 показаны комбинации позиций многоходовых шаровых кранов сверхвысокого давления: 3/2, 3/3, 4/2, 5/4. Напомним, что в числителе указывается количество рабочих линий (ходов), а в знаменателе – число позиций клапана (в данном случае крана).

За период длительной эксплуатации гидросистем со сверхвысоким давлением сформировалась эффективная типовая конструкция шаровых кранов, которая показана на рис. 3.

Такие шаровые краны рассчитаны на номинальное давление до 138,0 МПа (1380 бар). Диаметры условных проходов их типоразмерного ряда составляют 4,7; 6,4; 9,5; 12,7 мм.

Наряду с шаровыми кранами в гидросистемах сверхвысокого давления широко используются игольчатые (конусные) клапаны. Они имеют целый ряд конструктивных исполнений. Некоторые из них показаны на рис. 4. Игольчатые клапаны позволяют регулировать величину потока рабочей жидкости с большей точностью.



Рис. 1. Принципиальные схемы многоходовых шаровых кранов сверхвысокого давления

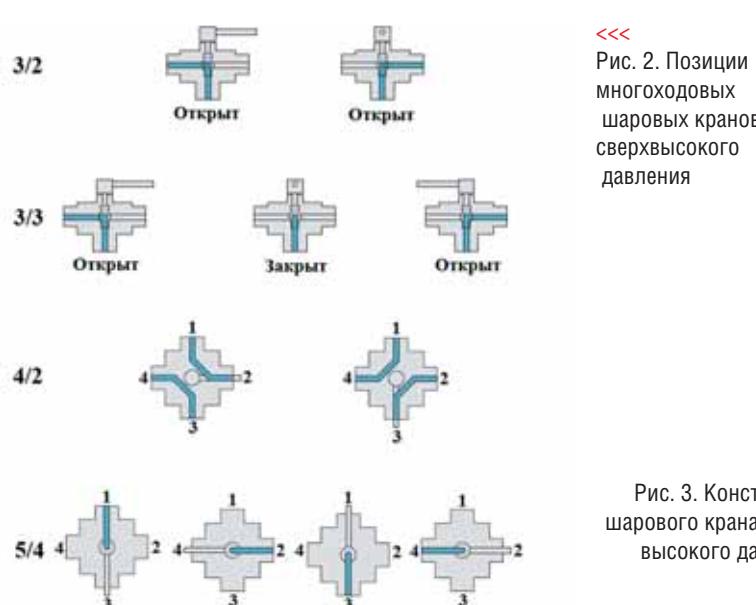
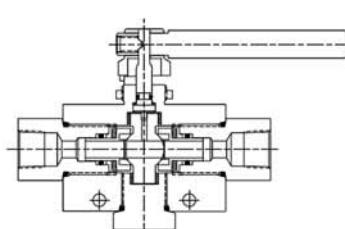


Рис. 2. Позиции многоходовых шаровых кранов сверхвысокого давления



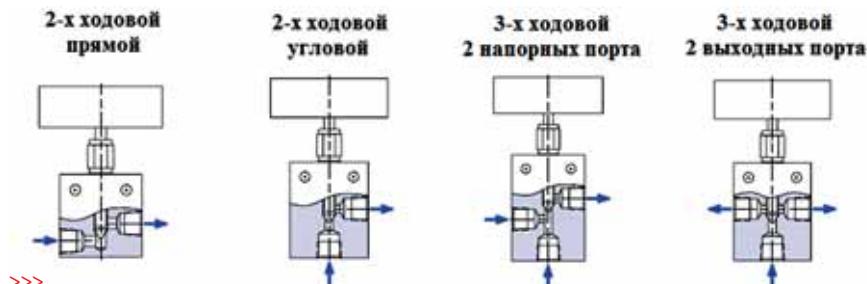


Рис. 4. Игольчатые клапаны сверхвысокого давления

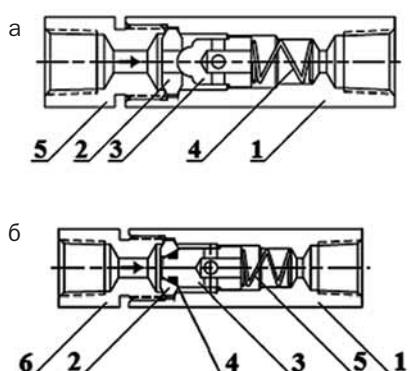
При номинальном давлении до 138,0 МПа (1380 бар) они выпускаются с диаметрами условных проходов 1/8, 1/4, 3/8, 1/2, 3/4, 1 дюйм ("). На рис. 5 показан типовой игольчатый клапан на давление 138,0 МПа (1380 бар).

Игольчатые клапаны часто устанавливаются в одном корпусе – манифольде, показанном на рис. 6.

Это решение позволяет существенно упростить гидроразводку, повысить эффективность управления, минимизировать габариты гидропривода.

Одним из широко применяемых компонентов в любых гидросистемах является обратный клапан. В гидроприводах со сверхвысоким давлением к нему предъявляются особые требования в части герметизации проходного канала. Существует несколько типовых принципиальных конструкций обратных клапанов. Две из них представлены на рис. 7.

На рис. 7, а показан клапан со сферическим запорным элементом, а на рис. 7, б – с коническим. Чтобы гарантировать отсутствие утечек, на конус запорного элемента устанавливается уплотнительное кольцо из материала Buna-N. На рис. 8 показан внешний вид обратного клапана.



Для обеспечения повышенной надежности запирания проходного сечения используются обратные клапаны с двойным уплотнением. На рис. 9 показаны такие конструкции.

На буртик 2 корпуса 1 устанавливается тefлоновое кольцо 3. В него упирается металлическое седло 4, проходное отверстие которого закрывает сферический запорный элемент 5. Металлическое седло и сферический запорный элемент поджимаются пружинами 6 и 7.

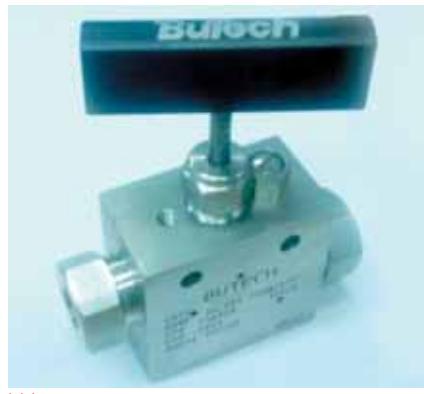


Рис. 5. Типовой игольчатый клапан сверхвысокого давления

Рис. 6. Блок игольчатых клапанов



Рис. 7. Конструкции обратных клапанов сверхвысокого давления:

а) сферический запорный элемент:
1 – корпус клапана; 2 – седло; 3 – запорный сферический элемент; 4 – пружина;
5 – штуцер

б) конический запорный элемент с уплотнением:
1 – корпус клапана; 2 – седло; 3 – запорный конический элемент; 4 – уплотнительное кольцо; 5 – пружина; 6 – штуцер

Рис. 8. Обратный клапан сверхвысокого давления



Как только возникает обратный поток рабочей жидкости, тefлоновое кольцо 3 под воздействием давления начинает деформироваться, надежно герметизируя проходной канал. Сферический запорный элемент прижимается к металлическому седлу, создавая уплотнение металл-по-металлу (сфера-кольцо) и снижая нагрузку на тefлоновое кольцо.

Обратные клапаны работают при номинальном давлении до 103,0 МПа (1030 бар) и выпускаются с диаметрами условных проходов 1/8, 1/4, 3/8, 1/2, 3/4, 1 дюйм (").

Для гидросистем систем сверхвысокого давления особое место уделяется чистоте рабочей жидкости. Поэтому в рабочие линии встраиваются линейные фильтры, типовая конструкция которых показана на рис. 10.

В зависимости от требований к рабочей жидкости линейные фильтры, рассчитанные на давление 103,0 МПа (1030 бар), выпускаются с номинальной тонкостью фильтрации 0,5; 2; 5; 10; 20; 40 и 100 мкм. Диаметры условных проходов – 1/8, 1/4, 3/8, 1/2, 3/4, 1 дюйм (").

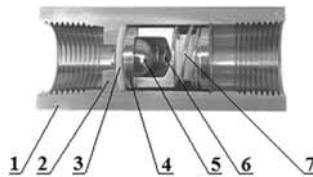
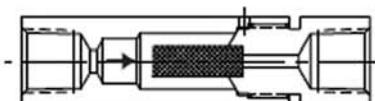


Рис. 9. Обратный клапан с двойным уплотнением:
1 – корпус клапана; 2 – буртик; 3 – кольцо тefлоновое; 4 – металлическое седло;
5 – сферический запорный элемент; 6 – пружина сферического запорного элемента;
7 – пружина металлического седла

Рис. 10. Линейный фильтр сверхвысокого давления



Гидросистемы со сверхвысоким давлением обычно применяются в сложных инженерных устройствах и ответственном оборудовании. **СТ**

>>>

БАЗОВЫЕ МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ ГИДРОПРИВОДОВ

1. Основные свойства рабочих жидкостей. Часть 1

2. Основные свойства рабочих жидкостей. Часть 2

3. Режимы всасывания гидронасосов.

4. Динамические режимы работы гидронасосов. Часть 1

5. Динамические режимы работы гидронасосов. Часть 2

6. Распределение мощности при регулировании насосом. Часть 1

7. Распределение мощности при регулировании насосом. Часть 2

8. Шум в гидросистемах

9. Классификация гидроцилиндров

10. Управление гидроцилиндров



РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МОШНОСТИ ПРИ РЕГУЛИРОВАНИИ НАСОСОМ

(ЧАСТЬ 2)

В статье предыдущего номера были описаны регуляторы мощности, расхода и давления насосов с переменным рабочим объемом, раскрыты их принципиальные конструкции и алгоритмы работы, показано распределение мощности при изменении основных параметров. Однако в современной машиностроительной гидравлике существуют и другие устройства, позволяющие автоматически регулировать основные параметры гидроприводов.

Корнишенко С.И.,
д.т.н., профессор РАНХ

POWER DISTRIBUTION WHEN REGULATING WITH A PUMP (PART 2)

Kornyushenko S.I., RANS professor

In the article are described LS pressure regulators, their distinctions from standard analogues are shown. Here is given a principle structure and working algorithm of a torque summer. Hydraulic diagrams of the main regulators are given, and charts of the power distribution are presented.

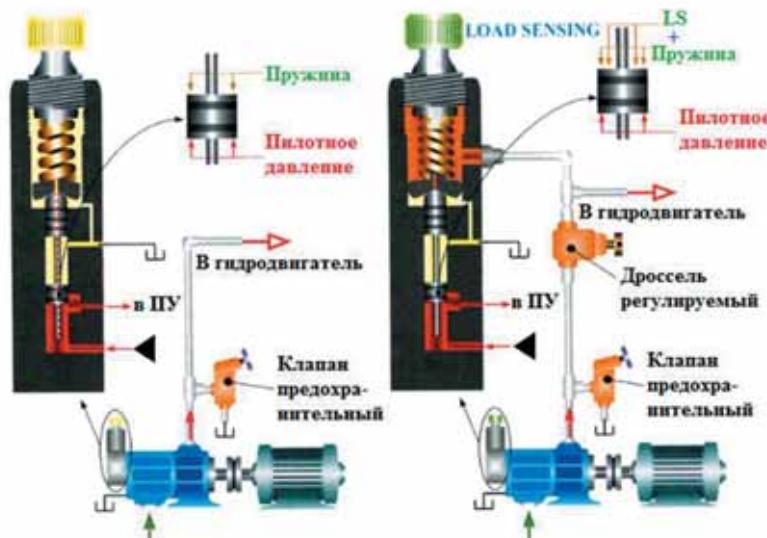
пилотное давление из напорной линии насоса, с другой – механическая сила пружины.

В LS регуляторе с одной стороны на золотник также действует пилотное давление из напорной линии насоса (на участке перед дросселем), с другой – механическая сила пружины плюс давление нагрузки гидродвигателя (на участке после дросселя).

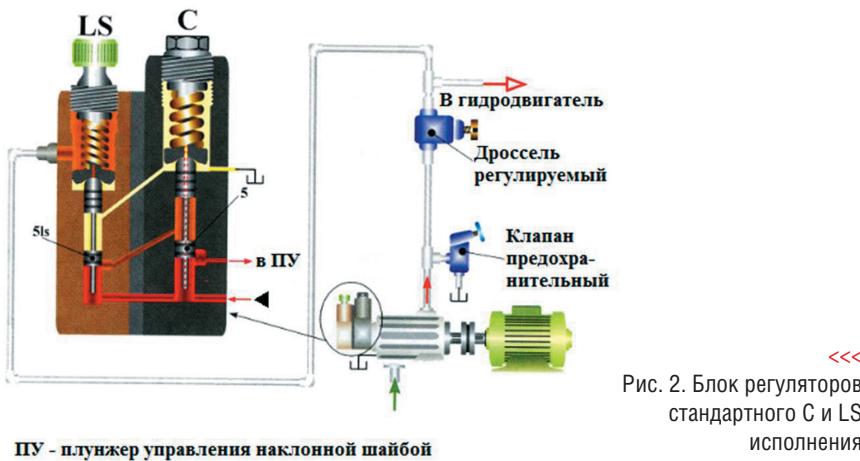
На рис. 1 представлены конструктивные схемы сравнения между стандартным и LS регулятором давления.

>>>

Рис. 1. Схемы сравнения между стандартным и LS регулятором давления



ПУ - плунжер управления наклонной шайбой или блоком цилиндров насоса



ПУ - плунжер управления наклонной шайбой

Для повышения точности регулирования насосом стандартный регулятор давления в ряде случаев комплектуется в блоке с LS регулятором. Такой блок регуляторов показан на рис. 2.

В этом исполнении пилотный поток после прохождения через поршень золотника 5ls поступает в верхнюю полость поршня золотника 5 стандартного регулятора С. На поршень золотника 5 стандартного регулятора с одной стороны действует пилотное давление из нагнетательной линии насоса, а с другой – давление, соответственно трансформированное LS регулятором, и механическая сила пружины. Выходной пилотный поток блока регуляторов более точно управляет положением наклонной шайбы.

Регуируемый дроссель (в качестве него часто используют регулятор потока) позволяет задавать величину расхода, полностью соответствующую требованиям гидродвигателя, т.е. обеспечивать заданную скорость рабочего органа.

Сумматор крутящего момента

Некоторые машины, особенно в мобильной технике, используют в гидроприводах два силовых насоса с переменным рабочим объемом. Они могут работать либо одновременно, либо поочередно. Главным требованием такой системы является максимальный отбор мощности от первичного двигателя.

Часто на мощных одноковшовых полноповоротных экскаваторах используют распространенные сдвоенные насосы с сумматором крутящего момента (сумматором мощности). На рис. 3 представлена схема такого насоса с наклонными блоками цилиндров. Валы двух качающих узлов с переменным рабочим объемом, установленные в одном корпусе, через шестеренную передачу (редуктор) соединены с первичным двигателем. Привод блока цилиндров каждого из них связан с простым сумматором крутящего момента.

Пилотные давления каждого потока непрерывно суммируются в регуляторе. Регулятор управляет угловым положе-

нием блоков цилиндров, изменяя тем самым рабочий объем насоса. Это позволяет полностью отбирать у первичного двигателя мощность, когда один из насосов не работает или, наоборот, когда он потребляет предельную мощность.

Рассмотрим для примера работу сдвоенного насоса с дизельным двигателем мощностью 100 кВт. Возможны два варианта его работы.

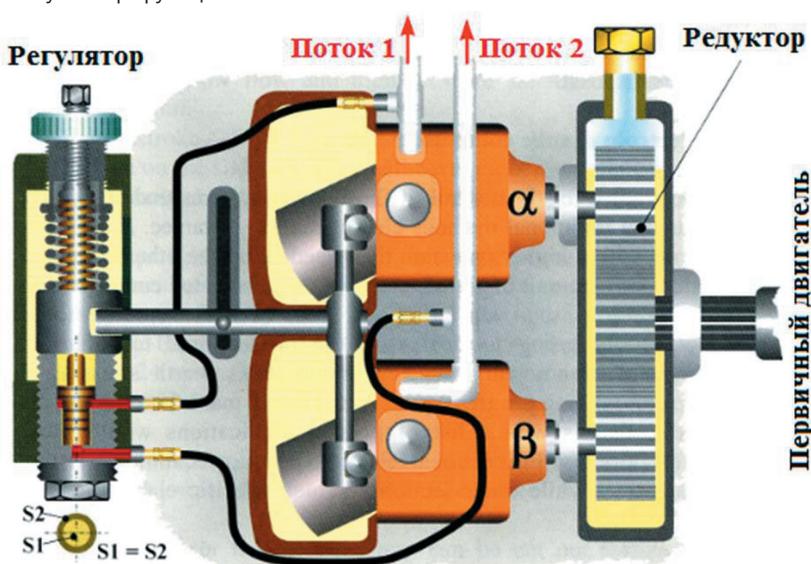
В первом случае каждый насос оснащен собственным регулятором. При их одновременной работе в максимальном режиме нагружения каждый насос сможет отбирать у двигателя мощность не более 50 кВт (КПД не учитывается).

Если один насос, например α, разгружен (т.е. давление потока 1 близко к нулю), второй насос β отберет у двигателя только половину мощности (50 кВт). Это происходит потому, что предохранительный клапан настроен на максимальное давление и соотношение p/Q не превышает 50 кВт, т.е.

$$N_{\beta} = \frac{Q \cdot p}{60} = 50 \text{ [кВт]}$$

>>>

Рис. 3. Сумматор крутящего момента



управляет сумматором крутящего момента.

1. Экскаватор выкапывает траншею в твердом грунте. Копание ковшом отбирает у одной секции насоса мощность 40 кВт. Другие системы не работают. Зуб ковша встречает очень сильное сопротивление (он наткнулся на большой камень в грунте). Давление в гидроконтуре привода ковша быстро возрастает (пиковая нагрузка). Регулятор переводит блок цилиндров насоса в положение, соответствующее минимальному рабочему объему. Мощность, отбираемая у двигателя, составит 100 кВт. Сила на зube ковша увеличится, он сдвинет камень. Затем давление упадет, расход увеличится, пиковое сопротивление копанию будет преодолено. (При использовании отдельных регуляторов в каждой секции насоса отбираемая у двигателя мощность для преодоления пиковой нагрузки составит только 50 кВт, ее не хватит для выкапывания камня.)

2. Грунт разрабатываемой траншеи очень неоднороден. Во время копания постоянно происходит резкое изменение сил сопротивления, действующих на зубья ковша. Давление в гидроцилиндре изменяется рывками. Чтобы снизить нагрузку и одновременно повысить производительность (сократить время цикла), оператор совмещает движение рабочих органов, т.е. при копании ковшом (или рукой) поднимает стрелу. Подъем стрелы поглощает 25% мощности. В результате в процессе копания двигатель отдает 75% своей мощности.

Распределение мощности при управлении регуляторами давления

Насос с переменным рабочим объемом, снабженный регулятором давления с механической настройкой регулировочной пружины, может обеспечивать максимальный расход при любом давлении до тех пор, пока оно не превысит уровня

его установки в регуляторе. Как только давление в регуляторе достигнет максимального значения, поток уменьшится пропорционально отклонению шайбы до нуля (если максимальное давление поддерживается долго).

По этой причине в зависимости от величины давления настройки в регуляторе поддерживается соответствующий уровень расхода насоса Q_h . Можно сказать, что регулятор давления работает как регулятор расхода. Мощность, потребляемая от первичного двигателя при установленной величине расхода, равна сумме мощностей для преодоления действующей нагрузки и энергии, затраченной на управление регулятором.

Разница (перепад) давления между выходным портом насоса и гидродвигателем возникает в результате сопротивления движению потока в клапанах, распределителях, изгиба трубопроводов, фитингах, рукавах высокого давления и т.п. На упрощенной гидросхеме эти потери давления в местных сопротивлениях можно представить в виде дросселя.

Поток от насоса Q_h будет постоянным (несмотря на прохождение через упомянутые местные сопротивления), пока давление в нагнетательной линии насоса p_h не достигнет установленного. Это произойдет, когда нагрузка на гидродвигатель увеличится до величины, соответствующей давлению p_d , при котором генерируется перепад

$$\Delta p = p_h - p_d.$$

Например, если установленное давление $p_h = 10,0$ МПа, а давление внешней нагрузки $p_d = 6,0$ МПа, то разница давлений $\Delta p = 10,0 - 6,0 = 4,0$ МПа. Эта величина давления теряется при прохождении потока рабочей жидкости через гидрокомпоненты от насоса до гидродвигателя. При таких параметрах регулятор поддерживает величину потока, равную Q_h .

Но следует понимать, что перепад давления не может влиять на состояние регулятора (насос работает при максималь-

ном рабочем объеме) или на рост давления, при котором начинается наклон шайбы (блока цилиндров) до нулевых значений. Однако все же следует напомнить, что гидросистема при большом давлении автоматически снижает расход насоса.

На рис. 4 показана гидросхема управления насоса с переменным рабочим объемом механическим регулятором давления и графики распределения мощности. Здесь местные сопротивления потоку от насоса до гидродвигателя условно представлены дросселем с перепадом давления

$$\Delta p = p_h - p_d.$$

Q_h – величина установленного расхода, $p_d = \text{const}$ – давление в гидродвигателе, p_h – давление насоса.

Рассеивание энергии в регуляторе давления происходит в достаточно большой области: $Q_h - p_h - p_d$. Такую заметную потерю мощности влечет большая разница давлений:

$$\Delta p = p_h - p_d.$$

Как видно из этой простейшей формулы и графика (рис. 4), потеря мощности обратно пропорциональна величине давления p_h .

Поскольку величина расхода пропорциональна корню квадратному из перепада давления

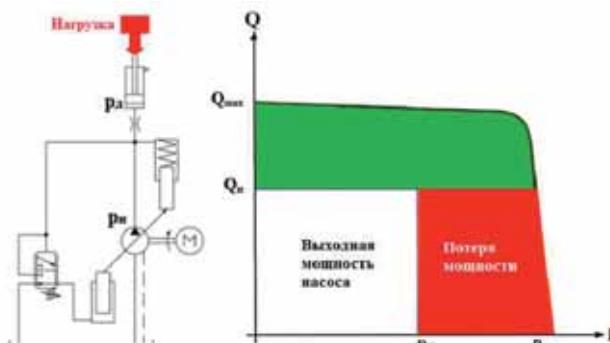
$$Q = k \cdot \sqrt{\Delta p},$$

изменение Δp destabilizирует систему (нарушает ее равновесие). График зависимости между Q_h и p_h носит криволинейный характер (форма параболы). Другими словами, область максимального потока рабочей жидкости существует благодаря перепаду давления, который образуется при росте текущего давления до величины настройки регулятора.

Использование LS регулятора давления ограничивает площадь рассеивания энергии. Потеря мощности будет происходить только на участке перепада давления, равном $\Delta p_m = 1,5 - 2,0$ МПа.

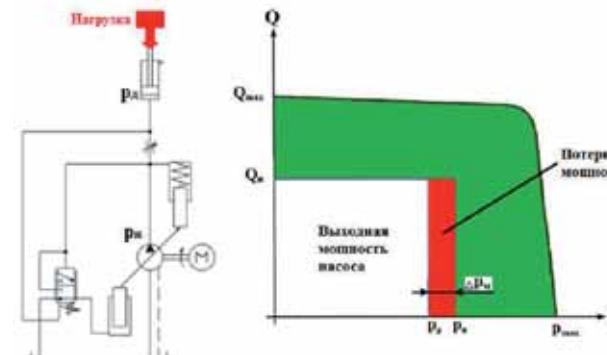
>>>

Рис. 4. Схема управления насоса механическим регулятором давления и графики распределения мощности



>>>

Рис. 5. Схема управления насоса LS регулятором давления и графики распределения мощности



На рис. 5 показана схема управления насоса LS регулятором давления и графики распределения мощности.

Здесь наглядно показана эффективность такого устройства. Потеря мощности происходит только на ограниченном участке

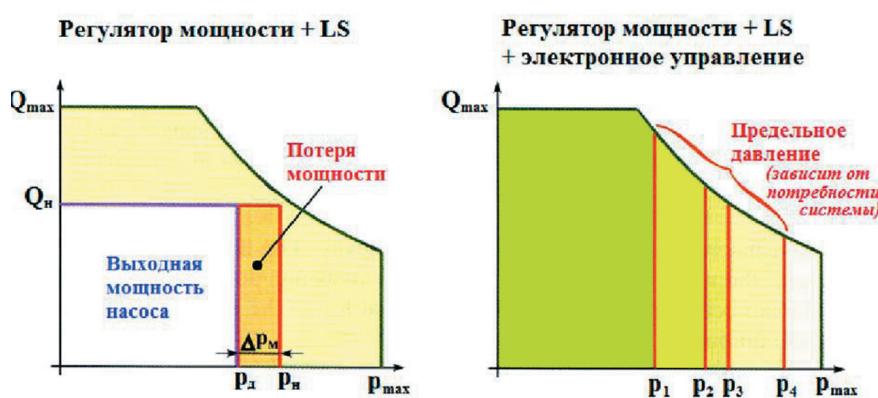
$$\Delta p = p_h - p_d.$$

Комбинированное управление насосами

Дальнейшая оптимизация рабочих и энергетических параметров насосов с переменным рабочим объемом осуществляется за счет сочетания регуляторов с различными характеристиками.

Комбинация регулятора постоянной мощности и LS регулятора давления позволяет заметно ограничить потери энергии. При этом комбинированный регулятор, в отличие от стандартного, реагирует на изменение давления в нагнетательной линии насоса, а не на рост давления нагрузки.

Добавление к комбинации этих компонентов электропропорционального клапана в LS регулятор позволяет существенно улучшить процесс управления насосом. Регулятор может настраиваться на различные величины ограничиваю-



>>>

Рис. 6. Графики изменения мощности комбинированных систем управления насосом

щего (максимального) давления, которые требует данная гидросистема или определенные режимы ее работы. Такие устройства идеально подходят для гидросистем, требующих заданного расхода при постоянной мощности (кривая не меняется в течение цикла). Например, оборудование для глубокой вытяжки, пакетировочные прессы и т.п.

На рис. 6 показаны графики изменения мощности некоторых комбинированных регулирующих систем.

Другие комбинации регуляторов широко используются и в мобильной технике, например LS и сумматор крутящего момента или система, чувствительная к скорости, для гидростатических трансмиссий небольших пневмоколесных машин. В тяжелых эксплуатационных режимах они не дают двигателю внутреннего сгорания заглохнуть. При действии избыточной внешней нагрузки такие регуляторы уменьшают рабочий объем насоса до минимальных или нулевых значений. **СТТ**

ВРЕМЯ БЕЗУПРЕЧНЫХ РЕШЕНИЙ

**ПРОИЗВОДСТВО
ПОСТАВКИ
И СЕРВИС
СПЕЦТЕХНИКИ**



ЧЕГМА

НЕ СТОЛ ПОД СТРЕЛОЙ И ГРУЗОМ!

8-800-700-212-2

cominvest-akmt.ru

