

УДК 621.979-82

В.В. Бодров, Р.М. Багаутдинов, А.А. Батулин, М.Е. Гойдо
(ООО "Уральский инжиниринговый центр", г. Челябинск)

Производство гидравлических устройств для прессового оборудования, работающего на воде и водной эмульсии

Приведена информация о номенклатуре, особенностях конструкции, параметрах и опыте применения гидравлических устройств, проектируемых и изготавливаемых в ООО "Уральский инжиниринговый центр" для прессового оборудования, работающего на воде и водной эмульсии.

Ключевые слова: гидропривод прессового оборудования, работающего на воде и водной эмульсии; гидравлические устройства; конструкции.

Information on the nomenclature, design features, parameters and experience of using hydraulic devices, designed and manufactured by Ural Engineering Center for press equipment, working on water and water emulsion, is given.

Keywords: hydraulic drive for press equipment, working on water and water emulsion; hydraulic devices; constructions.

В прошлом веке в СССР и в ряде других стран было создано достаточно много мощных вертикальных и горизонтальных гидравлических прессов различного назначения (ковочных, штамповочных, профильных, трубопрофильных) и других машин, применяемых в прессовом производстве (например, правильно-растяжных машин), в гидросистемах которых в качестве рабочей жидкости используется водная эмульсия или вода.

Базовые детали (металлоконструкции) таких прессов и машин, дорогостоящие и требующие для своего изготовления больших затрат времени, создавались в расчете на весьма продолжительный срок службы (при условии проведения определенных ремонтных работ). В связи с этим после 50 лет и более прессовое оборудование (как отечественного, так и зарубежного производства) в нашей стране продолжает эксплуатироваться и в настоящее время на большом числе предприятий.

За длительное время эксплуатации рассматриваемого прессового оборудования гидрав-

лические устройства, входящие в состав его гидросистем, из-за физического износа давно утратили свои первоначальные рабочие характеристики и, главное, морально устарели.

Замена этих гидравлических устройств осложняется двумя факторами. Во-первых, как правило, гидравлические устройства мощного прессового оборудования, работающего на водной эмульсии или воде, являются уникальными изделиями, а во-вторых, в нашей стране на текущий момент времени ограничено число организаций, которые проектируют и тем более изготавливают подобные устройства, отвечающие современным требованиям к их характеристикам и качеству.

ООО "Уральский инжиниринговый центр" (далее УрИЦ) — одна из таких организаций, имеет богатый опыт производства гидравлических устройств для гидросистем, работающих на водной эмульсии и воде.

В ряде случаев при модернизации прессового оборудования наиболее рациональным решением является замена ранее применяемого

гидропривода, работающего на водной эмульсии или воде, на гидропривод, в котором в качестве рабочей жидкости используется гидравлическое масло [1]. Это связано с более низкой стоимостью, большей доступностью (распространенностью) и более продолжительным сроком службы гидравлических устройств для масляных гидросистем по сравнению с аналогичными по назначению устройствами для гидросистем, работающих на водной эмульсии и воде.

Для управления потоками водной эмульсии или воды в насосно-аккумуляторных гидроприводах прессового оборудования применяют гидрораспределители клапанного типа. Основными узлами таких гидрораспределителей являются *запорно-регулирующие клапаны* (ЗРК), посредством которых обеспечиваются сообщение или герметичное разобщение рабочей полости соответствующего гидроцилиндра с напорной (если клапан напорный) или сливной (если клапан сливной) гидролиниями гидропривода и плавное регулирование расхода рабочей жидкости между входным и выходным каналами клапана (и тем самым скорости движения выходного звена гидроцилиндра и, соответственно, соединенного с ним рабочего оборудования в том или ином направлении) от нуля (при полном перекрытии проходного сечения клапана) до максимального значения (при максимальном открытии проходного сечения клапана).

Запорно-регулирующие клапаны, исходя из их назначения, должны удовлетворять комплексу требований, среди которых в качестве основных можно выделить следующие [2]: 1) отсутствие перетечек рабочей жидкости между входной и выходной полостями клапана при закрытом проходном сечении клапанной пары; 2) обеспечение практически полной герметичности клапанной пары и сохранение регулирующих свойств клапана без ремонта в течение продолжительного периода эксплуатации; 3) обеспечение изменения положения *запорно-регулирующего элемента* (ЗРЭ) клапана относительно седла в полном соответствии с перемещением выходного звена управляющего привода; 4) наличие индивидуального привода ЗРЭ клапана для обеспечения возможности управления им с учетом как характера и величины управляющего сигнала, так и фактических значений параметров работы

прессового оборудования (характера изменения и величины давлений в гидролиниях привода, положения и скорости движения перемещаемых устройств и т.п.); 5) минимальная мощность, необходимая для управления ЗРЭ клапана; 6) наличие пропускной способности, достаточной для обеспечения движения перемещаемых устройств с необходимыми максимальными значениями скорости, при приемлемых габаритных размерах и массе.

С учетом указанных требований в УриЦ спроектированы оригинальные конструкции ЗРК с частично разгруженным от силового воздействия рабочей жидкости ЗРЭ, имеющим двухсторонний (рис. 1, а) или односторонний шток (рис. 1, б).

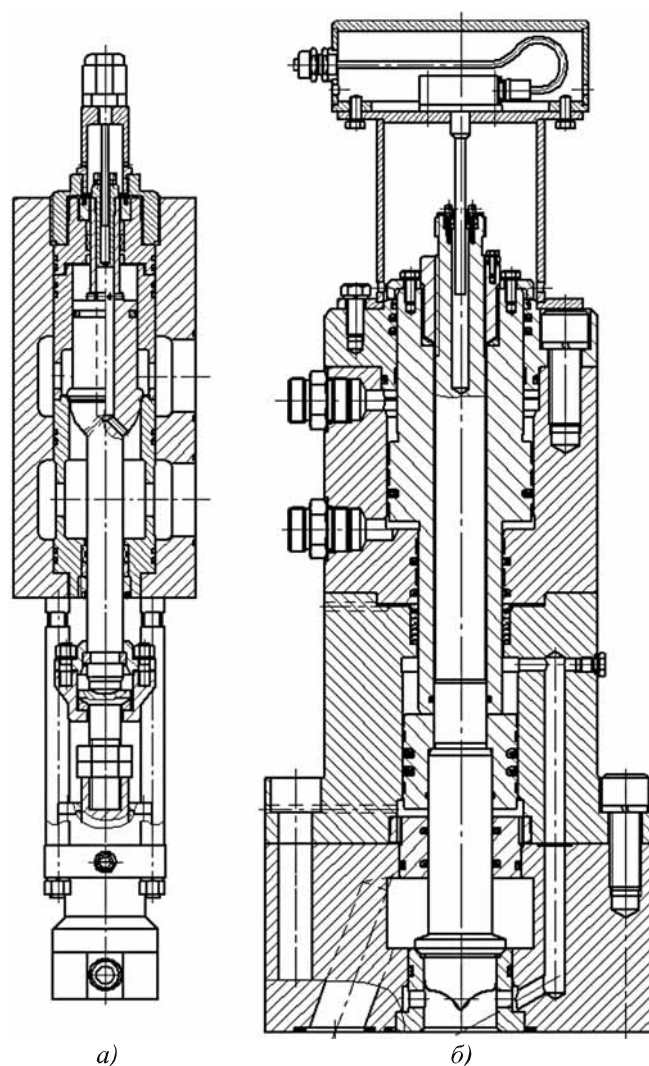


Рис. 1. Конструкция запорно-регулирующего клапана:
а — с двухсторонним штоком (пат. на изобретение № 2334906 RU); б — с односторонним штоком (пат. на полезную модель № 96924 RU)

В обеих конструкциях клапанов ЗРЭ имеет разнесенные в пространстве запорную и регулируемую части, что способствует повышению срока службы клапанной пары до нарушения ее герметичности [3]. Клапаны выполнены без разгрузочного элемента (декомпрессора) и характеризуются размерами, выбранными исходя из условия удовлетворения следующих требований: 1) при закрытом проходном сечении клапана напряжения на поверхности контакта запорной фаски ЗРЭ и уплотнительной фаски седла, создаваемые под действием силы давления рабочей жидкости на ЗРЭ, являются достаточными для обеспечения герметичного разделения входного и выходного каналов клапана и в то же время не превосходят значение напряжений, допустимое из условия прочности контактирующих поверхностей; 2) при открытом проходном сечении клапана сила, действующая на ЗРЭ со стороны рабочей жидкости при установленном уровне давления, является достаточной для перемещения ЗРЭ в направлении седла до соприкосновения с ним (если гидроцилиндр управления клапана не оказывает соответствующего сопротивления такому перемещению).

Соединение штока индивидуального гидроцилиндра управления двухстороннего действия, работающего на масле, со штоком ЗРЭ выполняется без зазора в осевом направлении посредством специального шарнирного узла (см. рис. 1, а), компенсирующего в определенной степени несовпадение осей соединя-



Рис. 2. Гидрораспределитель управления подвижной траверсой ковочного пресса силой 32 МН на участке отгрузки готовой продукции УриЦ

емых штоков, или без применения такого узла, благодаря обеспечению соосности штоков конструктивным и технологическим путями (см. рис. 1, б).

Клапаны оснащаются датчиками положения ЗРЭ. При использовании клапанов в гидроприводах, в процессе работы которых изменение расхода рабочей жидкости не требуется, клапаны комплектуются бесконтактными индуктивными выключателями, позволяющими контролировать достижение запорным элементом крайних положений, соответствующих закрытому и открытому проходному сечению (рабочему окну) клапана. Такие клапаны выпускаются с регулировочным винтом, позволяющим ограничить на необходимом уровне максимальное перемещение запорного элемента относительно его седла и тем самым выполнить настройку необходимой пропускной способности клапана.

Каждый ЗРК выполняется в индивидуальном корпусе, что позволяет формировать гидрораспределитель с использованием стыкового способа построения и проводить поузловую замену клапанов в случае необходимости их ремонта.

В качестве примера на рис. 2 показан гидрораспределитель, выполненный на основе ЗРК (см. рис. 1, а), для управления подвижной траверсой ковочного пресса силой 32 МН, эксплуатируемого в ПАО "Корпорация ВСМПО-АВИСМА" (г. Верхняя Салда). Особенностью этого гидрораспределителя является то, что в его состав включены клапаны наполнения (с диаметром условного прохода 175 мм) центрального и боковых рабочих гидроцилиндров пресса. Каждый из клапанов наполнения выполнен с управлением от индивидуального гидроцилиндра, работающего на масле. При этом запорный элемент клапана наполнения без зазора в осевом направлении соединен со штоком гидроцилиндра управления (рис. 3), что позволяет обойтись в конструкции клапана без пружин, являющихся одним из элементов ненадежности, и осуществлять посредством бесконтактных выключателей контроль за положением запорного элемента. Благодаря этому системой управления пресса блокируется открытие проходного сечения напорных клапанов рабочих гидроцилиндров до полного закрытия проходного сечения клапанов наполнения и таким образом исключаются непроизводитель-

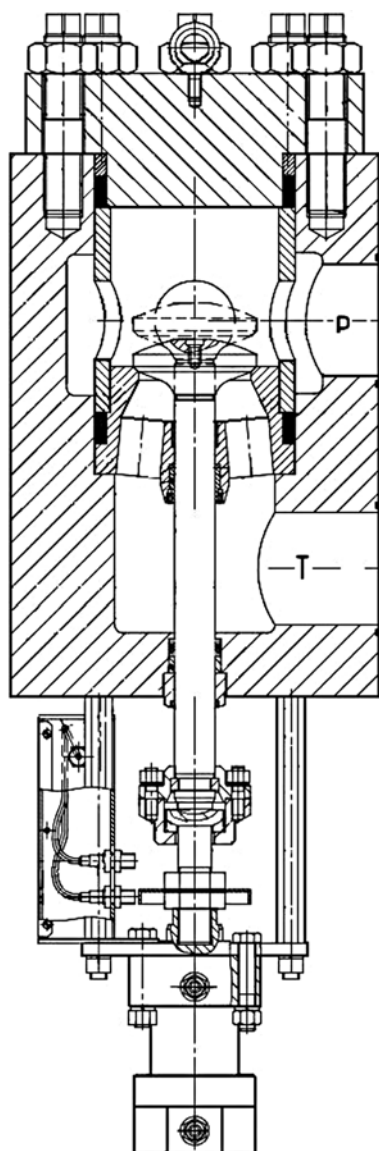


Рис. 3. Конструкция клапана наполнения с диаметром условного прохода 175 мм

ные потери рабочей жидкости высокого давления в насосно-аккумуляторном гидроприводе.

При модернизации гидросистемы горизонтального профильного прессы П8148 силой 63 МН, эксплуатируемого в ПАО "Металлургический завод "Электросталь" (г. Электросталь), по требованию заказчика клапаны наполнения (с диаметром условного прохода 250 мм) выполнены с расположением масляного гидроцилиндра управления со стороны полости высокого давления вместо прежней конструкции с расположением гидроцилиндра управления, работавшего на воде и выполнявшего функцию гидротолкателя, со стороны полости низкого давления, что позволило

существенно облегчить обслуживание клапанов и увеличить их межремонтный срок.

Использование ЗРЭ с односторонним штоком (см. рис. 1, б) по сравнению с ЗРЭ с двухсторонним штоком (см. рис. 1, а) при фиксированном значении диаметра проходного сечения седла клапана и прочих равных условиях обеспечивает повышенную пропускную способность клапана.

В УрИЦ освоено изготовление ЗРК с ЗРЭ с односторонним штоком с диаметром условного прохода от 32 до 70 мм. Клапанные гидрораспределители, укомплектованные такими ЗРК, после модернизации применяют в гидроприводах управления: подвижной траверсой, выталкивателем, контейнеродержателем, гори-



Рис. 4. Фрагмент гидрооборудования гидросистемы штамповочного прессы двойного действия П4654 силой 40/65 МН после модернизации

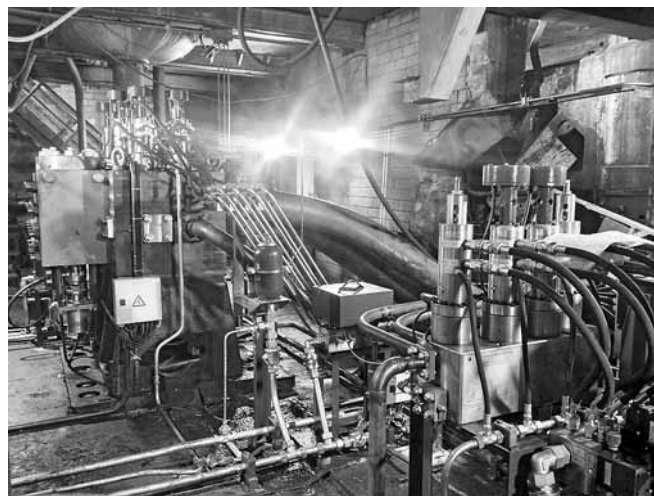


Рис. 5. Фрагмент гидрооборудования гидросистемы ковочного прессы ПА 1343 силой 20 МН после модернизации

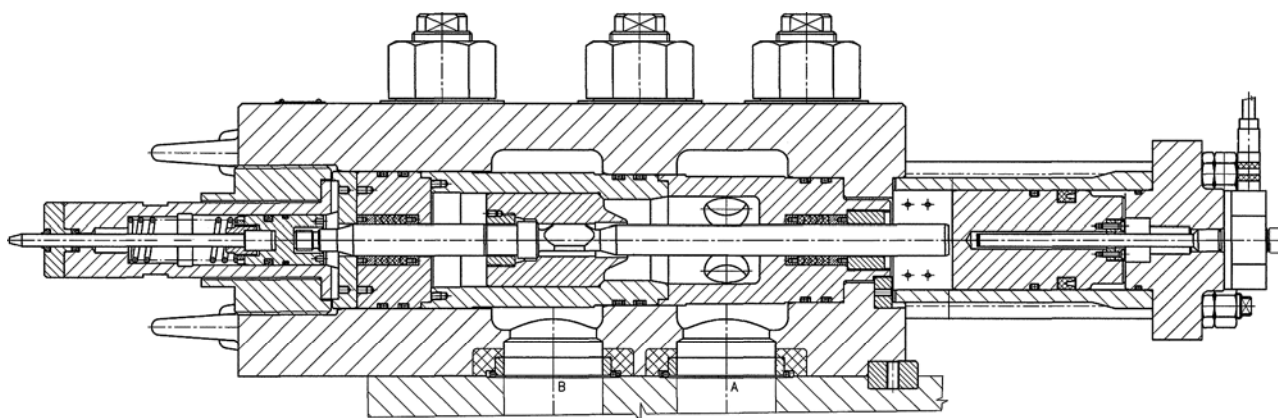


Рис. 6. Конструкция запорно-регулирующего клапана стыкового исполнения с декомпрессором



Рис. 7. Клапанные гидрораспределители управления гидроцилиндрами приводов выталкивателя и стола ковочного пресса силой 32 МН на участке отгрузки готовой продукции УриЦ

зонтальными ножницами, продольным перемещением инструментальной головки горизонтального профильного пресса П8148 силой 63 МН [4], подвижными траверсами, столом и выталкивателем вертикального штамповочного пресса двойного действия П4654 силой 40/65 МН (ПАО "Уралхиммаш", г. Екатеринбург) (рис. 4), подвижной траверсой и столом ковочного пресса ПА 1343 силой 20 МН (ПАО "Северсталь", г. Череповец) (рис. 5).

В УриЦ на основании собственных проектных разработок или по предоставляемым заказчиками чертежам производится также ЗРК стыкового исполнения с разгрузочным элементом (декомпрессором) (рис. 6) и клапанные гидрораспределители моноблочного исполнения (рис. 7).

Помимо клапанных гидрораспределителей накоплен опыт изготовления предохранительно-переливных клапанов с электрическим и пневматическим управлением (рис. 8) для баков наполнения, запорных клапанов (вентилей) (рис. 9), автоматических клапанов для насосно-

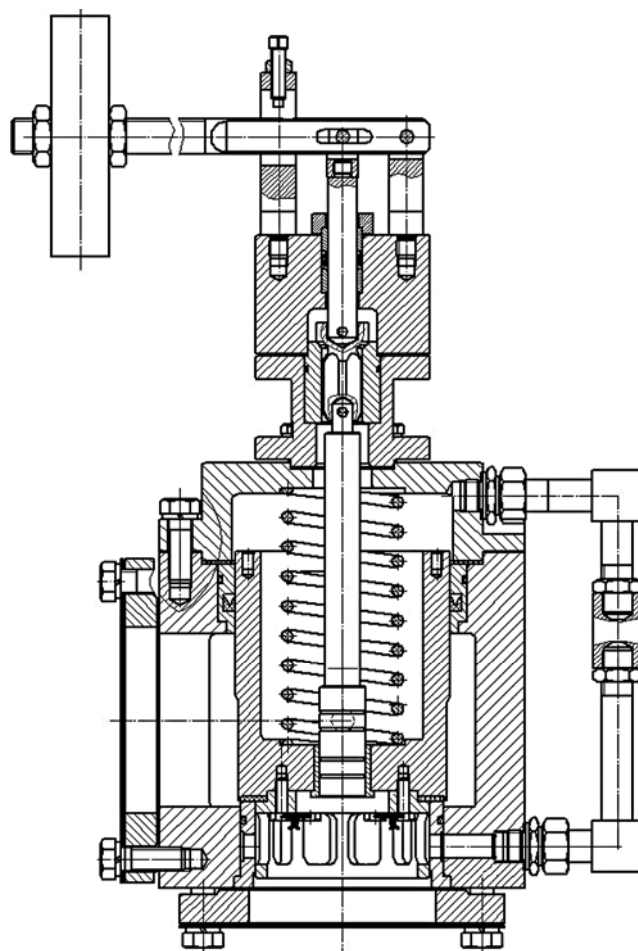


Рис. 8. Конструкция предохранительно-переливного клапана с диаметром условного прохода 150 мм

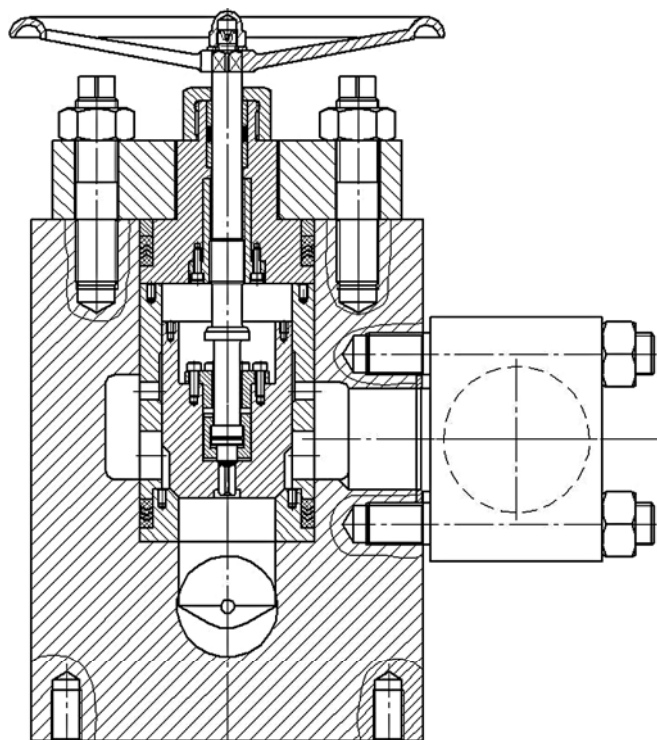


Рис. 9. Конструкция запорного клапана с диаметром условного прохода 100 мм

аккумуляторных станций (НАС) и прессового оборудования (рис. 10), дросселей с пропорциональным управлением (рис. 11), предохранительных и обратных клапанов.

Освоено производство двухклапанных гидрораспределителей с электромагнитным приводом

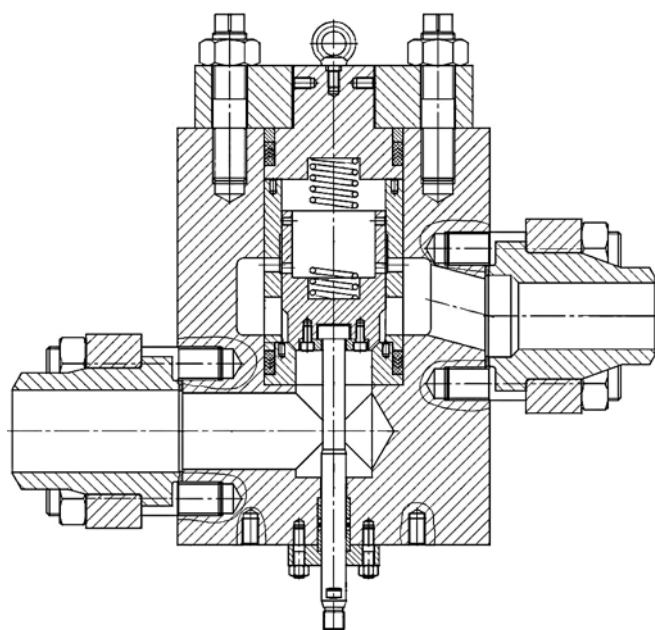


Рис. 10. Конструкция автоматического клапана нижнего уровня с диаметром условного прохода 100 мм

(так называемых электрогидропереключателей) с диаметром условного прохода 10 мм (рис. 12). Указанные гидрораспределители предназначены для сообщения с напорной или сливной гидролиниями полостей гидроцилиндров, работающих на водной эмульсии или на воде и используемых как непосредственно для привода рабочего оборудования машин и механизмов, так и для управления гидравлическими аппаратами большой единичной мощности (например, автоматически и запорными клапанами, клапанами наполнения и т.п.).

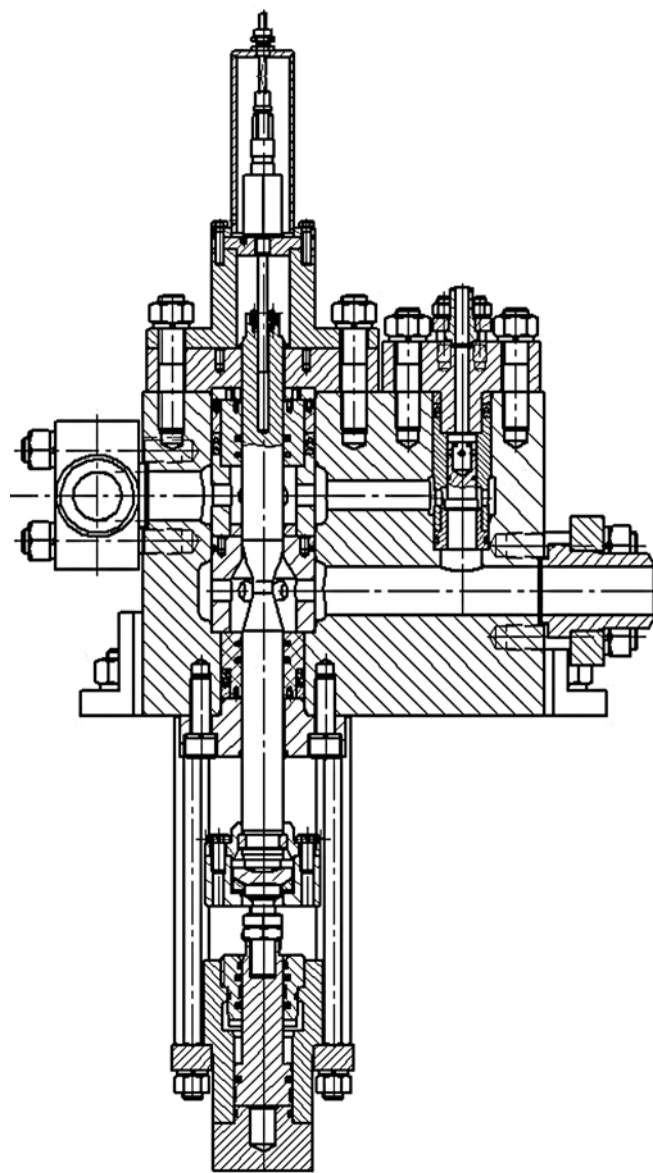


Рис. 11. Конструкция регулируемого дросселя с предохранительным клапаном с гидроуправлением

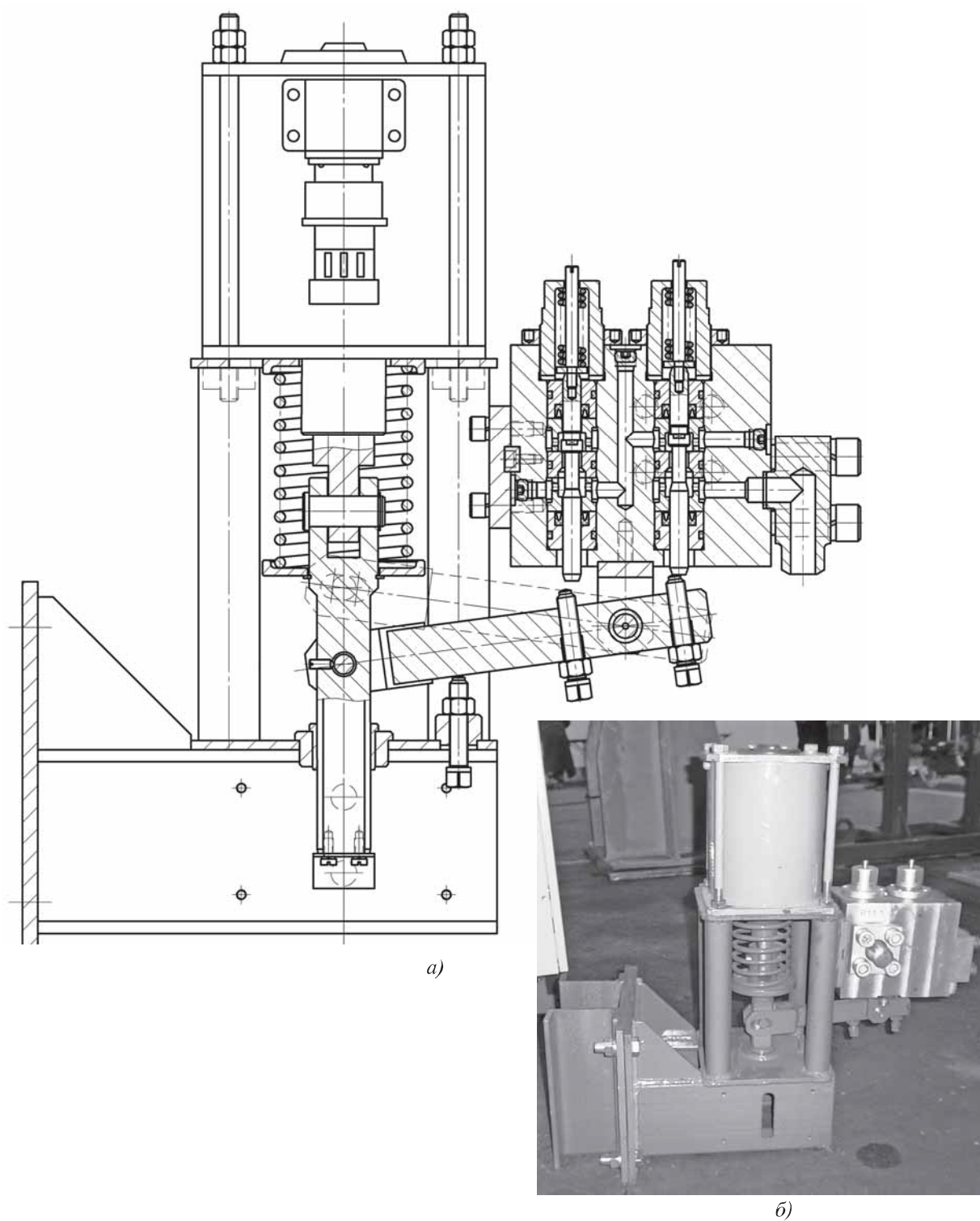


Рис. 12. Конструкция (а) и общий вид (б) двухклапанного гидрораспределителя с электромагнитным приводом

Все рассмотренные гидравлические устройства рассчитаны на эксплуатацию при давлении до 32 МПа.

Для фильтрации воды, используемой в качестве рабочей жидкости прессового оборудования и в качестве охлаждающей жидкости в теплообменных аппаратах, предназначенных для охлаждения масла, в УрИЦ изготавливаются фильтры и большое число типоразмеров металлосетчатых фильтроэлементов многоразового использования с различной тонкостью фильтрации.

В номенклатуре гидравлических устройств производства УрИЦ имеются масляно-водяные мультипликаторы одностороннего действия, обеспечивающие повышение давления воды до 100 МПа.

Накопленный опыт конструкторской деятельности и имеющаяся производственная база позволяют УрИЦ найти и реализовать на практике технические решения, отвечающие различным требованиям заказчиков.

Заключение. Гидравлические устройства, изготавливаемые в ООО "Уральский инжиниринговый центр" для прессового оборудования, работающего на водной эмульсии и воде, охватывают практически всю номенклатуру таких устройств, необходимых для комплектации гидропривода прессовых машин.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Реконструкция** ковочного пресса "UNITED" силой 20 МН / М.Е. Гойдо, В.В. Бодров, Р.М. Багаутдинов, Л.Б. Шнайдер // Заготовительные производства в машиностроении. 2016. № 4. С. 20–25.
2. **Гойдо М.Е., Бодров В.В., Багаутдинов Р.М.** Запорно-регулирующие клапаны гидроприводов прессов // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. 2007. № 3. С. 26–32.
3. **Гойдо М.Е., Бодров В.В., Багаутдинов Р.М.** Выбор значений коэффициентов обратной связи электрогидравлической системы управления подвижной траверсой штамповочного пресса на этапе проектирования // Заготовительные производства в машиностроении. 2008. № 3. С. 22–30.
4. **Модернизация** гидросистемы и системы управления горизонтального профильного пресса модели П8148 усилием 63 МН / В.В. Бодров, Р.М. Багаутдинов, А.А. Батулин, М.Е. Гойдо // Перспективы развития отечественного кузнечно-прессового машиностроения и кузнечно-штамповочных производств в условиях импортозамещения: сборник докладов и научных статей XII Конгресса "Кузнец-2015". Рязань: ОАО "Тяжпрессмаш", 2015. С. 167–178.

Валерий Владимирович Бодров, канд. техн. наук;
Рамиль Мерсеитович Багаутдинов;
Александр Алексеевич Батулин, канд. техн. наук;
Максим Ефимович Гойдо, канд. техн. наук,
 goido@cheltec.ru

ООО "Издательство "Инновационное машиностроение", 107076, Москва, Колодезный пер., 2а, стр. 2
 Учредитель ООО "Издательство "Инновационное машиностроение". E-mail: zpm@mashin.ru
 Тел. редакции журнала: (499) 268-47-19, 269-54-96. <http://www.mashin.ru>
 Технический редактор *Патрушева Е.М.* Корректор *Сажина Л.И.*
 Сдано в набор 16.01.2019. Подписано в печать 06.03.2019. Формат 60 × 88 1/8.
 Бумага офсетная. Усл. печ. л. 5,88. Свободная цена.
 Оригинал-макет и электронная версия подготовлены в ООО "Авансед солюшнз".
 119071, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 19, стр. 1. Сайт: www.aov.ru
 Отпечатано в ООО "Канцлер", 150008, г. Ярославль, ул. Клубная, д. 4, кв. 49.