

УДК 639.2.061.002.5

ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ГИДРОПРИВОДОВ В ПРОМЫСЛОВЫХ МЕХАНИЗМАХ

С. С. ТОРБАН

Оборудование рыбопромыслового флота эффективными механизмами лова неразрывно связано с совершенствованием их приводов. До настоящего времени многие судовые промысловые механизмы приводятся от главного или вспомогательного судового двигателя. Система передач от двигателя к промысловому механизму включает цепи и звездочки, промежуточные валы и шестеренчатые редукторы, что делает ее громоздкой и сложной. Сами механизмы из-за несовершенства привода плохо управляются, тяжелы и занимают много места на палубе. И в настоящее время имеется еще значительная группа промысловых судов (МРТ, МРС-80, РБ-80 и др.), на которых привод к промысловым механизмам осуществляется от главного судового двигателя.

За последнее десятилетие на большинстве судов для палубных машин начали применяться индивидуальные электроприводы, что явилось значительным шагом вперед в деле совершенствования самих промысловых механизмов, улучшения условий управления ими, уменьшения их веса и габаритов.

Вместе с тем применение электроприводов не решает полностью всех задач дальнейшего совершенствования этих механизмов: габариты механизмов и их вес мало изменились, электрические схемы регулирования скоростей, хотя и обеспечивают изменение скорости тяги в необходимом диапазоне, однако требуют дополнительного оборудования, которое занимает на судне значительные площади.

К электродвигателям палубных механизмов (траловая, сейнерная лебедки, сетевыборочная машина, шпиль и др.) предъявляются жесткие требования в отношении водонепроницаемости. Несмотря на применение специальных электродвигателей, в их корпусе попадает влага, нарушается изоляция и двигатель выходит из строя. Чтобы избежать этого, стремятся размещать электродвигатели под палубой или в специальных отсеках (траловая лебедка БМРТ, дрефтерный шпиль), что удлиняет передачу и усложняет кинематику механизма и его монтаж.

Эти недостатки электроприводов привели к тому, что за последние годы все более и более проявляется тенденция к применению гидроприводов в промысловых механизмах.

В отличие от электропривода гидропривод не боится попадания воды, а поэтому его можно размещать непосредственно у исполнительного механизма на палубе. Гидропривод обеспечивает плавное регулирование скоростей тяги в широком диапазоне на ходу механизма; для этого не

требуются сложные устройства, как это имеет место при применении электропривода, оно достигается установкой на маслопроводе дросселя (дроссельное регулирование) или насосов регулируемой производительности (объемное регулирование). Вес и габариты гидродвигателя намного меньше, чем у соответствующих электродвигателей. Так, например, вес гидродвигателя МГ-16-15А мощностью около 8 квт составляет 26 кг, примерно такой же мощности гидродвигатель МНШ-46 весит 8 кг, в то время как электродвигатель ДПМ-22 мощностью 8 квт весит 225 кг.

Для привода промышленных механизмов, как правило, применяются высокооборотные электродвигатели. В связи с этим между двигателем и исполнительным механизмом (рабочим органом машины) размещается редуктор, что приводит к более сложной кинематической схеме, понижает коэффициент полезного действия механизма, увеличивает его вес и габариты. В отличие от электродвигателей гидродвигатели бывают высокооборотные и низкооборотные — высокомоментные. Применение последних для привода промышленных механизмов исключает необходимость в редукторе, и исполнительный орган механизма может быть соединен непосредственно с гидродвигателем. Гипроуглемаш разработал высокомоментный гидродвигатель ВЛГ-350 мощностью 24 квт, который развивает крутящий момент 350 кгм при давлении масла 100 кг/см² и 280 кгм при давлении масла 80 кг/см². Число оборотов вала может изменяться плавно от 0 до 70 об/мин. Такой гидродвигатель может быть подсоединен непосредственно к рабочему органу лебедки или другого промышленного механизма без промежуточного редуктора, что приводит к упрощению кинематической схемы механизма, уменьшению его веса и габаритов.

Проводником энергии гидроприводов являются различные минеральные масла. Они взрывобезопасны; малое количество растворенного воздуха, содержащегося в них, предохраняет от образования пены и воздушных подушек, низкая температура застывания, высокая вязкость и хорошая смазываемость положительно сказываются на уменьшении износа трущихся деталей привода. Масло, применяемое в гидроустойке, как правило, имеется на судне в достаточном количестве.

Гидропривод легко управляем, он реверсивен. Время разгона роторного гидродвигателя с реверсированием составляет 0,02 сек, в то время как реверсирование электродвигателя соответствующей мощности продолжается около 2 сек. Это объясняется тем, что момент инерции вращающихся масс гидродвигателя составляет примерно 5% моментов инерции вращающихся масс всей машины, в то время как у электрических устройств — свыше 50%. Благодаря тому, что гидродвигатель легко управляем и обладает широким диапазоном плавного изменения скоростей, он создает хорошие предпосылки для автоматизации управления промышленными механизмами.

Наряду с достоинствами гидроприводов следует указать и некоторые трудности, которые имеют место при их эксплуатации. Температура и вязкость рабочего тела (масла) влияют на передаточное отношение механизма и его к. п. д. На к. п. д. механизма также влияют утечки масла, а это в свою очередь заставляет предъявлять жесткие требования к точности изготовления и сборки узлов и деталей всей гидросистемы.

Однако эти трудности при надлежащей технической эксплуатации гидросистем легко преодолимы. Большие достоинства гидроприводов определили их широкое применение для приводов промышленных механизмов на рыболовецких судах ряда зарубежных стран. Например, в Норвегии на 95% рыбопромышленных судов в траловых и сейнерных ле-

бедках, сетеподъемных, неводовыборочных и других промысловых механизмах применяются гидроприводы.

На наших рыболовецких судах и береговых рыбопромысловых установках гидроприводы пока еще имеют ограниченное применение. Однако за последние годы ряд научно-исследовательских и проектно-конструкторских организаций выполнили работы по применению гидроприводов для некоторых промысловых механизмов.

В траловых лебедках, установленных на судах типа РС-300 отечественной постройки, применена гидравлическая схема управления, в том числе тормозами и муфтами включения и выключения ваерных барабанов.

По предложению Н. Е. Шляева была разработана гидравлическая схема льдобурильного агрегата. Гипрорыбфлот сделал попытку применить гидропривод для силового блока. Центральное проектно-конструкторское и технологическое бюро Латвийского управления рыбной промышленности применило гидропривод для сететрясной машины. Испытания этой машины дали положительные результаты.

ВНИРО и НИКИМРП в 1962—1963 гг. проводили исследования по применению гидропривода и на базе этих исследований были созданы опытные и промышленные образцы подвесных машин с гидроприводом для выборки кошельковых неводов (ПМВК-4 и ПМВК-6). Особое значение имеет гидропривод для подвесных машин, поскольку вес этих машин должен быть минимальным, а это достижимо только при применении гидродвигателей.

Рассмотрим гидравлические схемы привода некоторых промысловых механизмов.

Гидравлическая схема льдобурильного агрегата ИЛБ-1 (рис. 1) обеспечивает подачу бура при бурении льда и его подъем из лунки после окончания бурения.

Масло из бака 1 через маслопровод 3 поступает в лопастной насос 4 ($G-12-14$; $Q=70$ л/мин, $P=65$ кг/см²). Насос приводится от вала отбора мощности трактора через систему цепных передач. Из насоса масло по напорному маслопроводу 5 поступает в реверсивный золотник 6 с ручным управлением ($G-74-14$). В зависимости от положения золотника масло может поступать по маслопроводам 10 и 13 в гидроцилиндр 11 под поршень 12 или в пространство над ним.

При ходе поршня вверх магистраль 10 является напорной, при ходе поршня вниз масло вытесняется из цилиндра и маслопровод 10 в этом случае будет сливным. Масло через золотник 6 проходит по маслопроводам 14 и 8 в маслбак 1.

На напорной магистрали смонтированы манометр 9 и предохранительный клапан 7 с переливным золотником ($G-52-11$). В маслбаке смонтированы фильтры 2 для масла. Маслопровод 14 служит для слива утечек в бак из насоса.

При перекрытом золотнике 6 и невыключенном насосе давление в маслопроводе превышает заданное, предохранительный клапан 7 срабатывает, и масло из маслопровода 5 через клапан 7 перетекает по маслопроводу 8 в бак 1. Гидравлическая подача бура при бурении имеет существенные преимущества по сравнению с механической подачей, так как имеется возможность изменять скорость подачи; гидросистема весьма чувствительна к перегрузке, а это позволяет избежать поломки агрегата, так как при повышении усилия подачи бура давление в гидросистеме становится выше допустимого и срабатывает предохранительный клапан.

Гидравлическая схема подвесной машины ПМВК-4 для выборки

кошелевых неводов, предложенная и разработанная ВНИРО и НИКИМРП, показана на рис. 2. В эту схему входят насос с приводом, маслобак с фильтрами, распределитель с предохранительным клапаном, дроссель, гидродвигатель и система маслопроводов.

Масло из бака 1 поступает по маслопроводу 2 в шестеренчатый насос 3 марки НШ-46. Привод насоса может осуществляться либо от вспомогательного судового двигателя, либо (как показано на рис. 2) от электродвигателя. Электродвигатель 4 соединен муфтой 5 с промежуточным валиком 6 специального кронштейна 7. На кронштейне 7 укреплен насос 3.

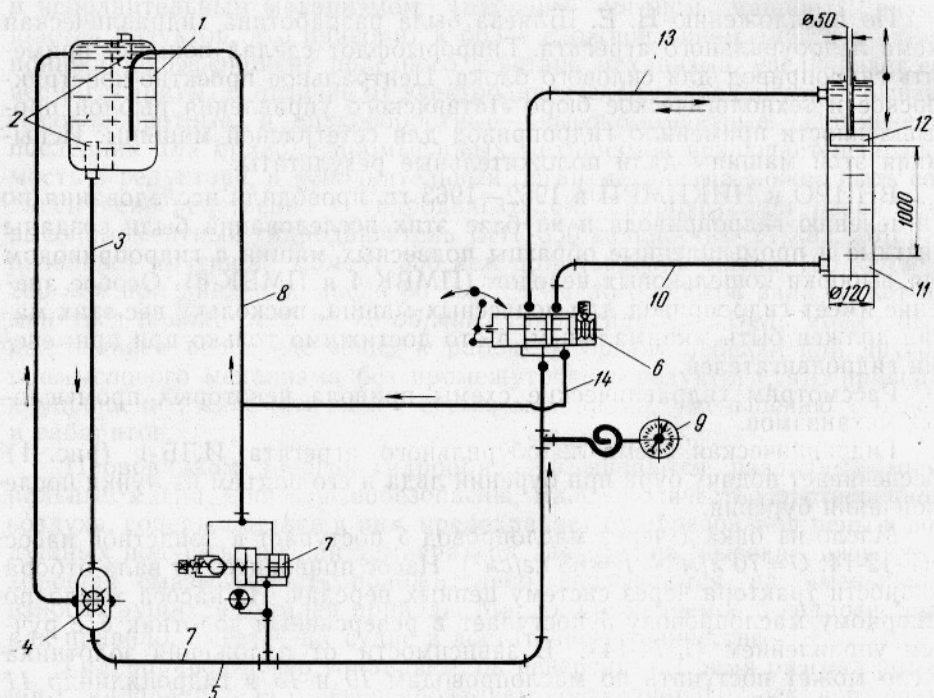


Рис. 1. Гидравлическая схема льдобурильного агрегата.

Привод насоса от вспомогательного судового двигателя является более выгодным, так как исключает применение дополнительного электродвигателя.

От насоса масло по магистрали 8 поступает через дроссель 9, распределитель 10 и напорный маслопровод 11 в шестеренчатый, реверсивный многооборотный гидродвигатель МНШ-46. От гидродвигателя масло по магистрали 13 через распределитель 10 и магистраль 14 сливается в бак 1. Утечки масла от гидродвигателя отводятся в бак 1 по маслопроводам 15 и 14. В маслобаке имеются два фильтра — один для фильтрации масла при его заливке в бак, другой 16 на сливной магистрали. На напорной магистрали установлен манометр 17, по которому контролируют давление масла в гидросистеме.

Распределитель Р-75-ВЗ обеспечивает реверсирование гидродвигателя и соответственно рабочего барабана ПМВК-4. В этом случае маслопровод 11 будет сливным, а 13 — напорным. В распределителе смонтирован предохранительный клапан, отрегулированный на предельное дав-

ление в гидросистеме — 125 кг/см^2 . При превышении заданного давления, что возможно при перегрузке машины ПМВК-4, предохранительный клапан срабатывает, масло перепускается в сливную магистраль и гидродвигатель останавливается. С помощью дросселя 9 можно регулировать количество масла, поступающего в напорную магистраль, и гидродвигатель, и таким образом регулировать число его оборотов. Слив масла от дросселя происходит по маслопроводам 18 и 15 в бак 1.

Данная гидравлическая схема построена так, что с ростом нагрузки на неводовыборочную машину возрастает давление масла в системе,

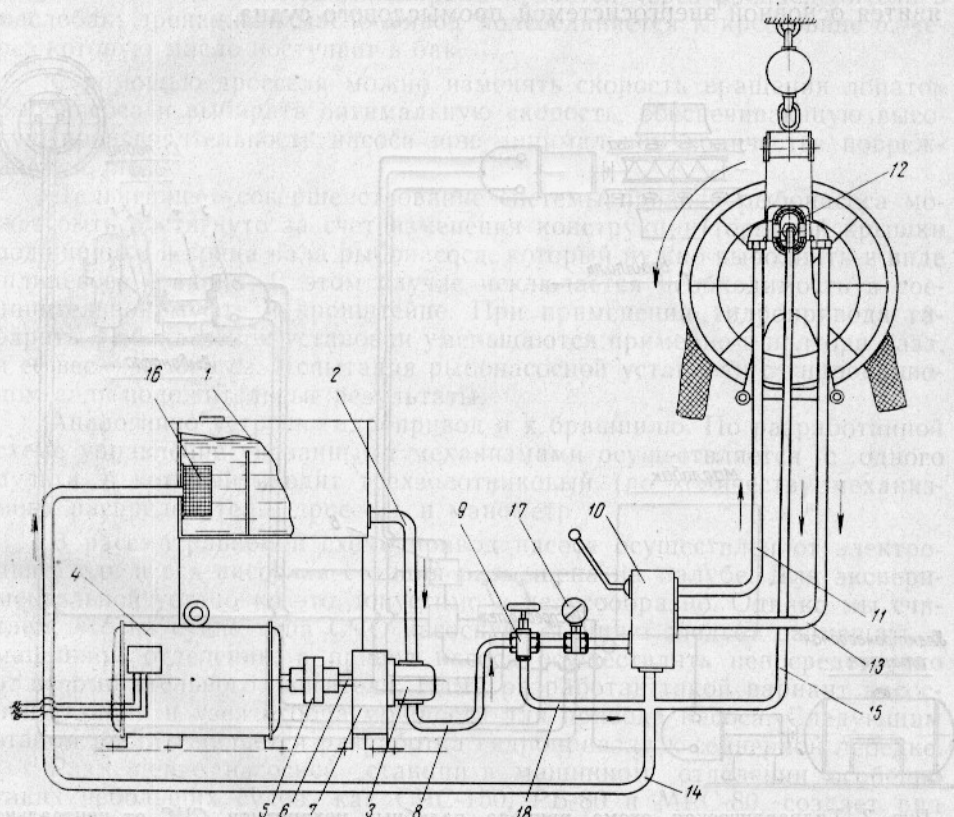


Рис. 2. Гидравлическая схема подвесной машины ПМВК-4.

поэтому по показанию манометра можно судить о величине тягового усилия машины. Наличие предохранительного клапана в распределителе предотвращает перегрузки всей системы и обеспечивает надежность ее работы.

Опыт эксплуатации указанной гидравлической системы показал ее высокую надежность.

Рассмотренные выше гидравлические схемы являются по существу одними из первых гидравлических схем привода и управления серийных механизмов. Хотя применение этих схем оказалось эффективным, мы не можем их считать окончательными и оптимальными, поскольку наш опыт эксплуатации промышленных механизмов с гидроприводом еще явно недостаточен.

Тем не менее первые опыты применения гидроприводов в льдобурильных агрегатах, сететрясных машинах и подвесных машинах для выборки кошельковых неводов могут послужить хорошей основой для

дальнейших работ по применению гидроприводов в промысловых механизмах.

Следует отметить, что на данном этапе научно-исследовательских работ мы ограничиваемся созданием лишь отдельных промысловых механизмов с гидроприводом. Между тем высокая эффективность гидропривода может быть достигнута лишь в том случае, если все промысловые механизмы судна будут иметь гидроприводы. При этом на судне должны быть единые дизель-насосные станции, которые будут обслуживать все промысловые механизмы корабля. Гидросистема в этом случае явится основной энергосистемой промыслового судна.

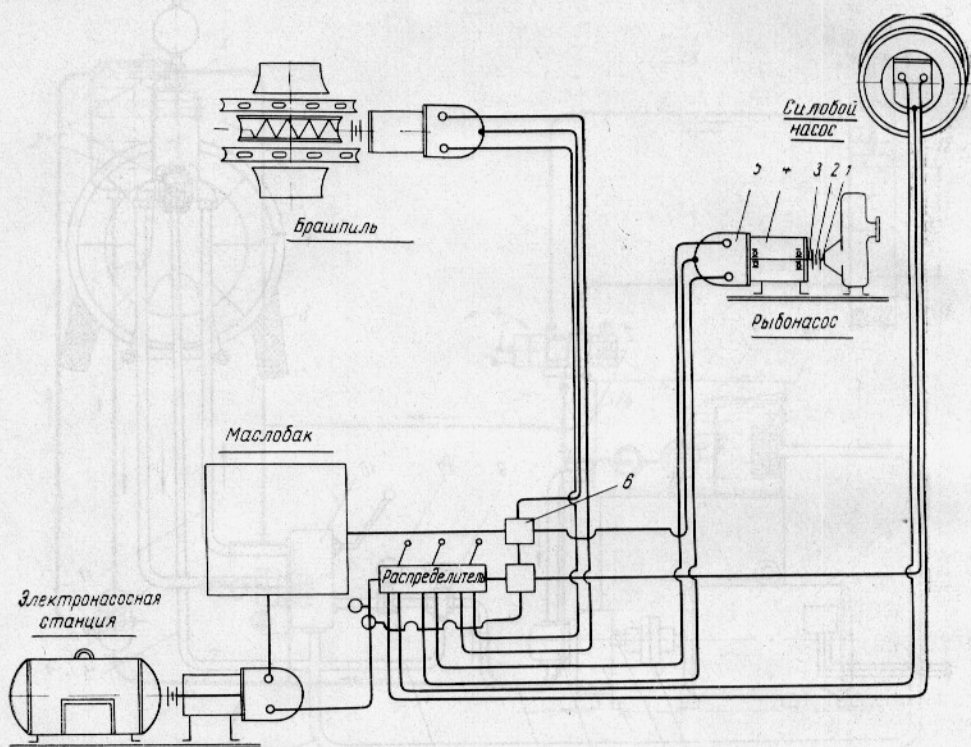


Рис. 3. Гидравлическая схема привода палубных механизмов СЧС от центральной насосной станции.

Лабораторией механизации ВНИРО и НИКИМРП предпринята первая попытка создания такой энергосистемы на судне типа СЧС. На этом судне имеются следующие палубные механизмы: сейнерная лебедка, силовой блок, рыбонасос и брашпиль. За исключением сейнерной лебедки, остальные три механизма имеют мощность двигателя от 3 до 7 квт, причем работа этих трех механизмов происходит одновременно. Учитывая эти обстоятельства, нами разработана гидравлическая схема (рис. 3) привода этих механизмов от единой насосной станции. Гидравлическая схема собрана из единообразных и взаимозаменяемых элементов.

Так же как и в схеме, изображенной на рис. 2, основными элементами системы являются: насос НШ-46, гидродвигатель МНШ-46, трехзолотниковый распределитель Р-75-3В. Гидропривод к рыбонасосу осуществлен следующим образом. Вал 1 рыбонасоса с помощью полужесткой муфты 2 соединен с концом вала 3 кронштейна 4. Вал 3 вра-

щается в двух радиальных шарикоподшипниках. Второй конец вала 3 кронштейна выполнен в виде шлицевого стакана, в который входит шлицевый вал гидродвигателя 5.

Такая система привода рыбонасоса осуществлена на СЧС-38 Керченской базы Государственного лова рыбы и морского зверя Крымского территориального управления рыбной промышленности.

Масло от насосной станции поступает через дроссель в распределитель и оттуда по напорной магистрали к гидродвигателю. От гидродвигателя масло по сливной магистрали подается через распределитель в маслобак; дренажный маслопривод подсоединяется к крестовине 6, через которую масло поступает в бак.

С помощью дросселя можно изменять скорость вращения лопаток рыбонасоса и выбирать оптимальную скорость, обеспечивающую высокую производительность насоса при минимальном количестве повреждаемой рыбы.

Дальнейшее усовершенствование системы привода рыбонасоса может быть достигнуто за счет изменения конструкции торцевой крышки подшипника и конца вала рыбонасоса, который нужно выполнить в виде шлицевого стакана. В этом случае исключается необходимость в соединительной муфте и кронштейне. При применении гидропривода габариты рыбонасосной установки уменьшаются примерно в полтора раза, а ее вес — на 300 кг. Испытания рыбонасосной установки с гидроприводом дали положительные результаты.

Аналогично устроен гидропривод и к брашпилю. По разработанной схеме управление указанными механизмами осуществляется с одного пульта, в который входит трехзолотниковый (по количеству механизмов) распределитель, дроссель и манометр.

В рассматриваемой схеме привод насоса осуществлен от электродвигателя и вся насосная станция размещена на палубе. Для экспериментальной установки это допустимо и целесообразно. Однако мы считаем, что на судне типа СЧС насосную станцию следует размещать в машинном отделении, а привод насоса осуществлять непосредственно от вспомогательного двигателя. Нами разработан такой вариант насосной станции и узел отбора мощности для привода насоса. Следующим этапом работы является разработка гидропривода к сейнерной лебедке.

Размещение насосной станции в машинном отделении особенно таких небольших судов, как СЧС-150, РБ-80 и МРС-80, создает ряд удобств в эксплуатации всей гидросистемы.

На судах, где нет вспомогательных двигателей, привод к насосу может быть осуществлен непосредственно от главного судового двигателя. В качестве эксперимента такой привод выполнен нашими институтами на судне типа РБ-80 Александровского рыбокомбината Сахалинского управления рыбной промышленности.

Кинематическая схема привода гидронасоса на этом судне изображена на рис. 4. От вала 1 главного двигателя вращение передается на приводной вал 3, на котором размещены две звездочки 5 и 6. От звездочки 5 вращение передается на лебедку. Включение приводного вала осуществляется муфтой включения 2. Звездочка привода лебедки включается муфтой 4. От звездочки 6 вращение передается на звездочку 8, размещенную на промежуточном валу 7. Включение промежуточного вала производится муфтой 9. На валу 7 размещены звездочки 10 и 11, вращение от которых передается на звездочки 16 и 17. Звездочка 17 посажена на вал 19 помпы 20, а звездочка 16 — на вал 14 кронштейна 13. На кронштейне закреплен гидронасос 12. Помпа и гидронасос включаются соответственно муфтами 18 и 15.

Передаточное число цепной передачи на привод гидронасоса 3, 4. Следовательно, при номинальном числе оборотов вала главного двигателя (500 об/мин) вал гидронасоса вращался со скоростью 1700 об/мин.

Учитывая, что при выборке невода судовой двигатель работает на пониженных оборотах, вал гидронасоса будет вращаться со скоростью 1400—1500 об/мин. В остальном гидросистема машины ПМВК-5 аналогична гидросистеме машины ПМВК-4.

Рассматриваемая схема привода гидронасоса от главного судового двигателя не является наиболее удачной. Она была необходима для обеспечения промышленных испытаний силового блока марки ПМВК-6 с

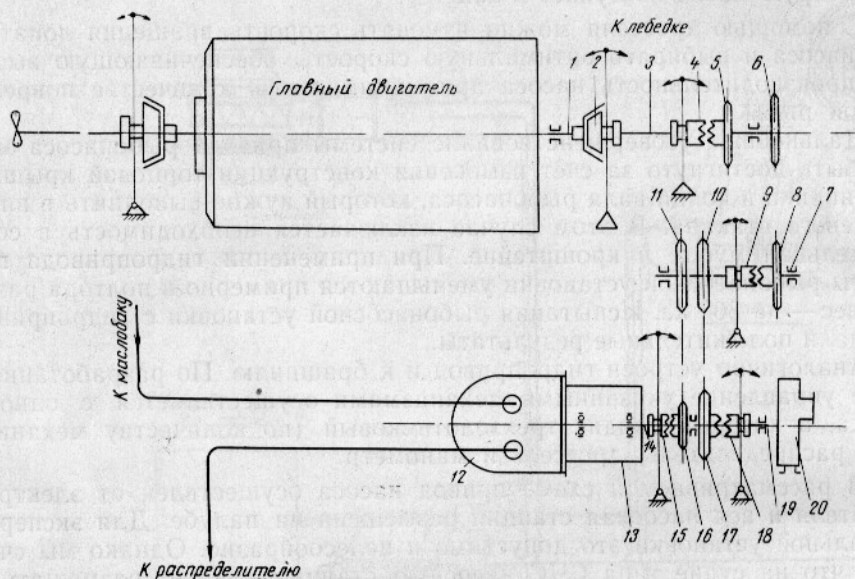


Рис. 4. Кинематическая схема привода гидронасоса на судне типа РБ-80.

гидроприводом, разработанного специально для судов типа РБ-80 и МРС-80. Тем не менее эта схема представляет интерес, как первая попытка оборудования гидронасосной станции в машинном отделении. Отметим, что маслобак с фильтрами был также размещен в машинном отделении, а распределитель, дроссель и манометр, т. е. пульт управления, на палубе. Все маслопроводы внутри машинного отделения были выполнены из металлических бесшовных труб. Испытания силового блока ПМВК-6, а также всей гидросистемы в августе 1964 г. дали положительные результаты, и они рекомендованы к широкому внедрению на судах указанных типов.

Вместе с тем нетрудно заметить, что при наличии насоса достаточной производительности можно было бы обеспечить гидропривод не только к машине ПМВК-6, но и к лебедке, а также к помпе. В этом случае упростилась бы и схема привода гидронасоса. Именно в этом направлении и будут продолжены работы в дальнейшем. В этом случае промышленные механизмы РБ-80 будут иметь широкий диапазон изменения скоростей и тем самым будут более полно отвечать промышленным требованиям.

Следует особо подчеркнуть, что когда мы говорим о применении гидропривода в промышленных механизмах, мы имеем ввиду не только замену электродвигателя промышленного механизма на гидродвигатель,

что само по себе имеет большое значение для повышения надежности промыслового механизма. Применение гидропривода позволяет по иному компоновать промысловые механизмы, предъявлять более высокие технические характеристики и промысловые требования к их конструкции, т. е. речь идет по существу об отказе от традиционных схем устоявшихся конструкций и разработке новых оригинальных механизмов, в которых в полной мере использовались бы преимущества гидропривода.

Так, например, один из первых вариантов траловой лебедки с гидравлическим приводом представляет собой обычную траловую лебедку, у которой между барабанами размещен гидродвигатель; вал двигателя непосредственно соединен с грузовым валом лебедки. В последние годы в зарубежном рыболовстве появились механизмы тралового лова, которые коренным образом отличаются от обычной траловой лебедки, хотя назначение этих механизмов одинаково. Так, например, на траулере «Наррагансет» вместо обычной траловой лебедки применено три самостоятельных механизма — две ваерные лебедки, размещенные около бортов, и одна лебедка для выборки сетной части трала. Каждый механизм имеет автономный гидропривод, а управление всей гидросистемой сосредоточено на одном пульте. Конечно, привод этих механизмов можно было бы осуществить и от электродвигателей. Но в этом случае для обеспечения широкого диапазона скоростей тяги нужно было бы применить громоздкую систему Вард Леонарда, связанную с тройным преобразованием энергии. При применении гидропривода эти вопросы решаются значительно проще.

Особое значение приобретает гидропривод в условиях, когда на промысловых судах все шире применяется переменный ток и обеспечение широкого диапазона плавного изменения скоростей промысловых механизмов встречает серьезные трудности. Для этой цели на судах устанавливают громоздкие преобразователи переменного тока в постоянный и приходят к обычной схеме Вард Леонарда, но уже в более сложном варианте. В некоторых случаях используют двух-, трех- и многоскоростные электродвигатели переменного тока. Однако эти двигатели не обеспечивают плавного регулирования скоростей. Поэтому в тех случаях, когда создание дизель-насосных станций по каким-либо соображениям затруднено, используют электронасосные станции с приводом от электродвигателя переменного тока. Электродвигатель работает на постоянном числе оборотов, а изменение скорости тяги промыслового механизма достигается применением гидронасоса с регулируемой производительностью.

С внедрением гидропривода открывается возможность относительно простого обеспечения синхронности работы группы промысловых механизмов и централизованного управления ими.

Из всего вышеизложенного следует, что одним из важных элементов дальнейшего технического прогресса в области механизации процессов рыболовства является широкое применение гидроприводов. Для успешного решения этой задачи предстоит выполнить большой объем научных исследований и проектно-конструкторских работ. Первоочередными задачами в этой области является всестороннее исследование существующих промысловых механизмов, величины и характера нагрузок, а также скоростных режимов процесса выборки орудий лова при различных гидрометеорологических условиях промысла.

На основе полученных данных должны быть сформулированы основные требования к гидроприводам различных промысловых механизмов. Должны быть проведены исследования серийных и опытных образцов гидрооборудования и выбраны из них наиболее совершенные и соответ-

ствующие требованиям привода промысловых механизмов. С учетом особенностей выбранных гидроагрегатов должны быть разработаны принципиальные схемы и новые конструкции промысловых механизмов. Необходимо разработать централизованные гидронасосные станции для обеспечения гидродвигателей всех промысловых механизмов судна, а также единых пультов управления всеми судовыми промысловыми механизмами.

ВНИРО и НИКИМРП должны расширить исследования в области гидроприводов и стать методическими центрами распространения этих приводов в рыбной промышленности.

Выполнение поставленных задач позволит в ближайшие годы широко внедрить на нашем рыбопромысловом флоте гидроприводы, создать на их основе более совершенные промысловые механизмы и системы управления ими, что явится важным шагом в дальнейшем техническом прогрессе рыболовства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пискоревский Г. А., Савченко Н. А. Гидравлические и пневматические устройства машин легкой промышленности. Киев, Машгиз, 1962.
2. Фатеев С. Н. Высокомомментные лопастные гидродвигатели ВЛГ-350 и ВЛГ-1.8. М., Гипроуглемаш, 1962.
3. Инструкция. «Руководящие материалы по гидрооборудованию станков. Гидродвигатели лопастные». М., ЭНИМС, 1962.
4. Радиально-поршневые насосы. Руководство по обслуживанию и эксплуатации. Харьков, 1963.
6. Борисов Н. И. Механизация речного, озерного и морского рыболовства. М., Пищепромиздат, 1961.
7. World Fishing, 1962, № 10.