

УДК 625.768.5.08

ПОДОГРЕВ ГИДРОПРИВОДА ПРИ ПОМОЩИ СВЧ НАГРЕВАТЕЛЯ**Мерданов Ш.М., Егоров А.Л., Костырченко В.А., Мадьяров Т.М.***ФГБОУ ВО «Тюменский государственный нефтегазовый университет»,**Тюмень, e-mail: tts@tsoгу.ru*

В известных исследованиях указывается, что эксплуатационные испытания рабочей жидкости ВМГЗ, проведенные на экскаваторах, кранах и других машинах в Норильске при температуре воздуха до минус 53°C, подтвердили высокие эксплуатационные свойства. Запуск машин осуществлялся без предварительного подогрева масла в гидросистеме. Однако изменение режима работы гидропривода оказывает значительное влияние на безотказность его работы. Например, при увеличении рабочего давления от 10,0 до 17,5 МПа безотказность снижалась примерно в 5 раз, а уменьшение рабочего давления до 7,0 МПа приводило к уменьшению числа отказов в 3,5–4 раза. Около 70% отказов приходится на гидропривод вследствие износа «холодных» уплотнительных элементов гидродвигателей и образования конденсата в рабочей жидкости. Поэтому для обеспечения теплового состояния гидросистемы необходимо использовать средства предпусковой тепловой подготовки. Низкая температура окружающего воздуха, ветер, атмосферные осадки – все это негативно влияет на работоспособность и надежность элементов гидропривода. При охлаждении возрастает вязкость рабочей жидкости, следовательно, увеличиваются потери давления в гидросистеме, возрастают гидравлическое сопротивление потоку и силы трения в подвижных соединениях, возникают затруднения с пуском гидропривода и увеличивается продолжительность нагрева рабочей жидкости до рабочей температуры. Эти факторы приводят к интенсивным износам и потерям работоспособности гидропривода, а также к материальным затратам. На основе анализа предшествующих исследований предложен новый подход к системе тепловой подготовки гидропривода – подогрев с помощью СВЧ-нагревателя. Определены основные факторы и их характеристики, влияющие на время тепловой подготовки гидроцилиндров.

Ключевые слова: тепловая подготовка, элементы гидропривода, СВЧ-нагреватель**REAR HYDRAULIC DRIVE WITH THE HELP OF THE MICROWAVE HEATER****Merdanov S.M., Egorov A.L., Kostyrchenko V.A., Madyarov T.M.***Tyumen State Oil and Gas University, Tyumen, e-mail: tts@tsoгу.ru*

Previous studies have indicated that the performance tests of the working fluid VMGZ conducted on excavators, cranes and other machines in Norilsk at the air temperature to minus 53°C, have confirmed the high performance properties of starting the machine carried out without preheating hydraulic oil. However, changing the operating mode of the hydraulic drive has a significant impact on the reliability of its work. For example, by increasing the operating pressure of 10,0 to 17,5 MPa reliability reduced by about 5 times, and the decrease of the working pressure to 7,0 MPa led to a decrease in the number of failures 3,5–4 times. About 70% of hydraulic failures accounted for due to wear «cool» sealing elements of hydraulic motors and condensation in the working fluid. Therefore, to ensure the thermal state of the hydraulic equipment should be used pre-launch preparation of the heat. Low ambient air temperature, wind, precipitation – all this has a negative effect on the performance and reliability of the hydraulic drive elements. Upon cooling, the viscosity of the working fluid increases, therefore, increase the pressure loss in the hydraulic system, hydraulic resistance to flow increases and the friction force in the movable joints, there are difficulties in starting the hydraulic drive and increases the heating of the working fluid to the working temperature. These factors lead to intense wear and loss of efficiency of hydraulic drive, as well as material costs. Based on an analysis of previous studies suggested a new approach to the preparation of the hydraulic drive system of the thermal – heated by a microwave heater. The main factors and characteristics affecting the thermal preparation of hydraulic cylinders.

Keywords: thermal training, elements of the hydraulic drive, a microwave heater

В наше время в России идет активное исследование арктических территорий. Север и Сибирь России характеризуются суровыми природно-климатическими условиями, обуславливающими повышенные затраты на производство продукции и жизнеобеспечение населения. К районам Севера относятся полностью или частично территории 6 республик, 3 краев, 10 областей и 8 автономных округов. В Концепции государственной поддержки экономического и социального развития районов Севера (утвержденной Постановлением Прави-

тельства РФ от 7.03.2000 г. № 198) указано, что здесь сосредоточены запасы полезных ископаемых: 93% российского природного газа, 75% нефти, 50% древесины, 100% алмазов, кобальта, платиноидов, 90% меди и никеля, 2/3 золота. Север обеспечивает почти 60% валютных поступлений страны (рис. 1) [7].

Среднегодовая температура воздуха имеет очень низкие отрицательные значения: на Крайнем Севере (–10...–11°C), а в зоне лесотундры и северной тайги (–6...–8°C). Годовой ход температур на Крайнем

Севере (выше широты пос. Новый Порт) типичен для морского климата, на остальной территории – для континентального. Самые холодные месяцы в году – обычно январь – февраль. Значения средних температур января, например, изменяются с северо-востока на юго-запад от -27 до -20°C . В отдельные дни января температура ночью снижается за Полярным кругом с -37 до -47°C , на остальной территории с -42 до -48°C . Повышение средней температуры от января к февралю незначительно и составляет всего $2...3^{\circ}\text{C}$, от февраля к марту более значительно – от 5 до 7°C [8].

Вся эта территория – это регион с суровым климатом, где температура может достигать отметки -50°C , поэтому там должна работать специальная техника (строительные и дорожные машины). Однако большинство этих машин не рассчитаны на работу в таких климатических условиях. Решение этой проблемы – принять меры, касающиеся тепловой подготовки техники.

Работы в данном направлении изучаются и практикуются очень давно. Самые большие результаты достигнуты в области подогрева дизельных двигателей внутреннего сгорания в строительно-дорожных ма-

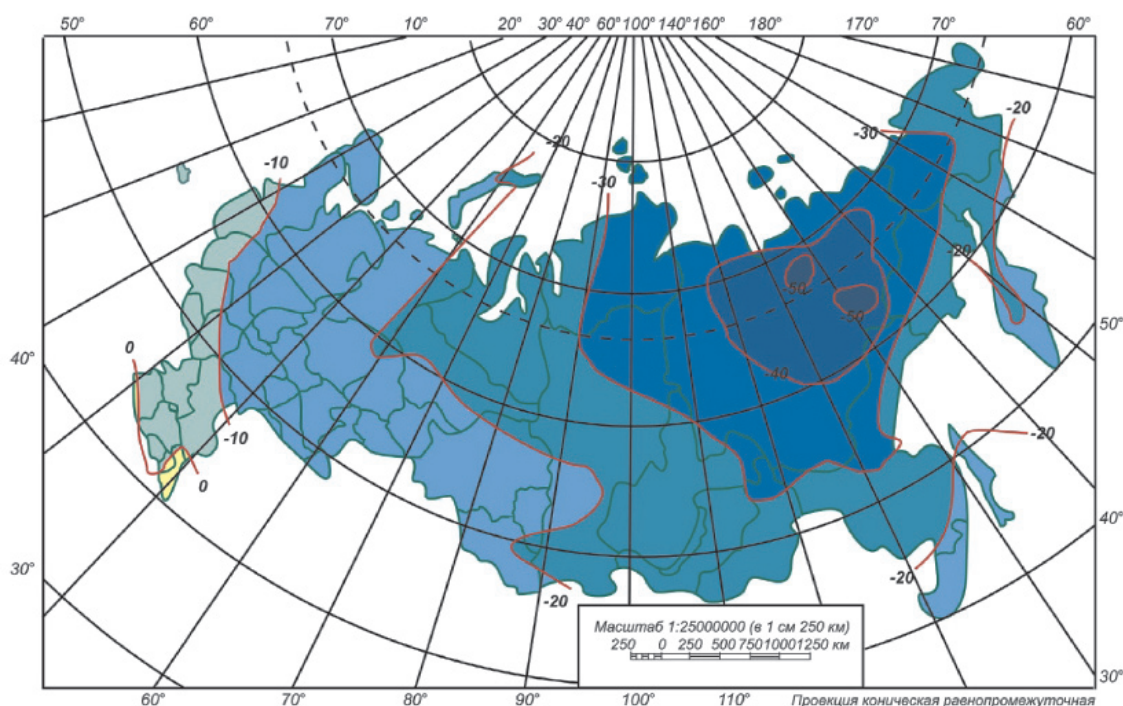


Рис. 1. Карта среднегодовых температур воздуха в январе на территории России

Отрицательные среднемесячные температуры наблюдается повсеместно и в апреле, а за Полярным кругом и в бассейне рек Пур и Таз они отмечаются даже в мае. Устойчивый переход среднесуточной температуры через 0°C на побережье отмечается в среднем в начале июня, а на остальной территории в конце апреля – мае. Отмечается продолжительность периода колебания при переходе средней температуры через 0°C в пределах $20...25$ дней.

Средние температуры самого теплого месяца в году на территории южнее Нового Порта составляют на побережье $4...10^{\circ}\text{C}$ и в глубине материка $13...17^{\circ}\text{C}$. При этом устойчивый период с температурами выше 10°C имеет место лишь южнее линии Новый Порт – Тазовское [9].

шинах (СДМ). Сейчас в основном все СДМ гидрофицированы, канатный привод рабочего органа уже сходит на нет. Но возникает проблема адаптации машин с гидроприводом к условиям Крайнего Севера [5].

Вопреки всем усовершенствованиям гидропривода все же низкая температура говорит о себе и из-за нее проявляется ряд проблем [6]:

1. Повышение вязкости рабочей жидкости, следовательно, идет рост давления в системе.
2. Разрыв РВД (рукава высокого давления), особенно в местах соединения.
3. Снижение упругих свойств элементов гидропривода, следовательно, повышенный износ в момент пуска.

Все эти перечисленные проблемы ведут к снижению надежности гидросистем дорожно-строительных машин.

Существуют несколько способов подогрева гидропривода, которые известны на данный момент [2]:

- 1) дроссельный подогрев рабочей жидкости;
- 2) электроподогрев элементов гидросистемы;
- 3) подогрев с помощью выхлопных газов;
- 4) нерезкие, медленные движения техники и ее рабочих органов в начале работы;
- 5) подогрев рабочей жидкости с помощью отработавших выхлопных газов.

Дросселирование заключается в перекачивании рабочей жидкости из гидробака по напорному трубопроводу через насос, дроссель или другое гидравлическое сопротивление, после – обратно в гидробак. При этом способе разогрева тепло от трения подвижных частей вышеуказанных элементов гидропривода передается рабочей жидкости – маслу. Однако при таком способе разогрева рабочей жидкости происходит повышенный износ подвижных частей насоса, дросселя, а также трубопроводов. Кроме того, разогретая рабочая жидкость из гидробака при направлении ее к элементам гидропривода, не участвующих в дросселировании, быстро остывает, что снижает эффективность разогрева [1].

Известна система предпусковой тепловой подготовки ДВС и гидропривода машин, состоящая из контура тепловой подготовки двигателя и контура тепловой подготовки гидропривода. Контур тепловой подготовки гидропривода включает в себя гидробак с теплообменником для разогрева масла, тепловой аккумулятор, насос гидрораспределитель, гидроцилиндр, причем штоковая и бесштоковая полости гидроцилиндра соединены дополнительной гидролинией с вентилем. Указанная особенность позволяет повысить скорость тепловой подготовки как двигателя машины, так и гидропривода после длительной стоянки в условиях низких температур окружающего воздуха. Технический результат реализуется путем прямого перетекания разогретой в гидробаке рабочей жидкости (от теплообменника и теплового аккумулятора) по дополнительной гидролинии, соединяющей штоковую и бесштоковую полости гидроцилиндра. Открытый вентиль дополнительной гидролинии позволяет разогретому маслу свободно перетекать по полостям гидроцилиндра, что сокращает время на разогрев элементов гидропривода [3].

Общим недостатком вышеуказанных систем является то, что прогрев гидросистемы возможен, только после запуска двигателя внутреннего сгорания (ДВС), что увеличивает время тепловой подготовки, увеличивает расход топлива и способствует загрязнению окружающей среды выхлопными газами. Также данные системы ограничены тем, что могут использоваться только на конкретном автомобиле и после прогрева гидросистемы отключаются.

Известен гидродвигатель, содержащий корпус гидроцилиндра, нагревательный элемент, теплоизоляцию. Прогрев осуществляется за счет использования нагревательного элемента. На гидродвигатель намотан нагревательный элемент, подключенный к источнику электрического тока. При контакте нагревательного элемента с корпусом гидродвигателя происходит передача тепла [10].

Недостатком указанной системы является использование источников электрической энергии. В условиях автономного функционирования машин возможность использования электроэнергии ограничена.

Известен гидроцилиндр, содержащий корпус, соединенные поршень и шток, штоковую и бесштоковую полости. Поршень имеет проходной канал, в шток встроены дистанционно управляемый клапан и втулка, также имеющая проходной канал. При разогреве гидропривода дистанционно управляемый клапан воздействует на втулку так, что вызывает ее перемещение до совмещения штоковой и бесштоковой полостей гидроцилиндра посредством объединения проходных каналов поршня и втулки [11].

К недостаткам известного патента следует отнести, что в условиях наличия значительного количества абразивной пыли в окружающей среде у гидроцилиндра и его элементов возникают такие повреждения, вызванные воздействием абразива, как: риски, царапины и задиры на движущихся уплотняемых поверхностях корпуса и штока, а также царапины и задиры на поверхностях поршня и направляющей втулки. Наличие этих повреждений непосредственно сказывается на снижении, а зачастую и полной утрате гидроцилиндром его герметизирующей способности, что на практике сопровождается разгерметизацией уплотнительных узлов, вызывает снижение объемного коэффициента полезного действия и сопровождается потерей подчас дорогостоящей рабочей жидкости. В этих случаях такое часто применяющееся

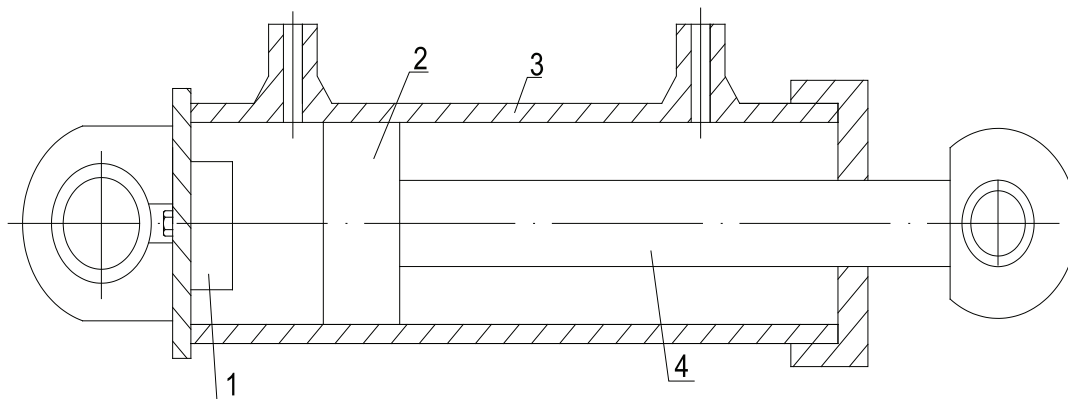


Рис. 2. Система подогрева рабочей жидкости гидроцилиндра: 1 – нагревательный элемент (СВЧ); 2 – поршень; 3 – гильза; 4 – шток

ремонтное воздействие, как установка новых уплотнителей на старые поврежденные уплотняемые поверхности, ожидаемого положительного эффекта не дает, так как испорченные абразивной пылью уплотняемые поверхности при перемещении воздействуют имеющимися неровностями (следами воздействия абразива) на уплотнительные манжеты, вызывая их интенсивный износ, царапание, резание и последующую разгерметизацию. При этом основной причиной попадания абразивной пыли во внутренние полости гидроцилиндра и далее в гидросистему является наличие влажной масляной пленки на штоке, который вдвигается в корпус гидроцилиндра [4].

Все эти способы подогрева несут за собой дополнительные операции, которые должен выполнить оператор перед пуском. Значит, растет вероятность человеческой ошибки. По этой причине предлагается практически полностью автоматизировать процесс подогрева гидростистемы машины.

Предлагается новая конструкция подогрева гидроцилиндра при помощи СВЧ-нагревателя (рис. 2).

Таким образом, электрический ток поступает от источника питания по сетевому кабелю к нагревательному элементу, который в свою очередь нагревает рабочую жидкость и сам гидроцилиндр. Создание новой системы подогрева гидроцилиндра обеспечивает продление ресурса элементов гидропривода, снижение времени прогрева затрат на тепловую подготовку гидросистемы.

Дальнейшие исследования необходимо продолжить в направлении установки СВЧ-нагревателя в гидробак гидросистемы. Для уменьшения времени прогрева гидросистемы СДМ нужно изолировать

стенки гидробака от воздействия внешних факторов путем проклейки теплоизолирующего материала на гидробак.

Список литературы

1. Егоров А.Л. Обоснование рабочих параметров снегоборочной машины с уплотняющим рабочим органом: дис. ... канд. техн. наук: 05.05.04 / ТюмГНГУ. – Тюмень, 2004. – 157 с.
2. Карнаузов Н.Н., Конев В.В., Разуваев А.А., Юринов Ю.В. Система предпусковой тепловой подготовки ДВС и гидропривода Пат. 2258153 Рос. Федерация, МПК7 F02N 17/06; заявитель и патентообладатель ТюмГНГУ. – № 2004104477/06; заявл. 16.02.2004; опубл. 10.08.2005, Бюл. № 22.
3. Карнаузов Н.Н., Мерданов Ш.М., Костырченко В.А., Мадьяров Т.М. Уплотняющая машина с дополнительным рабочим органом // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 9–2. – С. 236–239.
4. Колунина В.А., Костырченко В.А., Мадьяров Т.М. Приоритеты развития наземных транспортно-технологических комплексов в освоении континентального шельфа // Наземные транспортно-технологические комплексы и средства: материалы Международной научно-технической конференции – Тюмень, 2015. – С. 147–149.
5. Костырченко В.А., Спиричев М.Ю., Шаруха А.В., Мадьяров Т.М. Строительство временных зимних дорог как элемент приоритетного направления развития науки, технологий и техники в российской федерации // Нефть и газ Западной Сибири: материалы Международной научно-технической конференции, посвященной 50-летию Тюменского индустриального института / ответ. ред. О.А. Новоселов. – Тюмень, 2013. – С. 147–151.
6. Мерданов Ш.Х., Конев В.В., Бородин Д.М., Половников Е.В. Система прогрева элементов гидропривода / Патент России № 2569862.
7. Мерданов Ш.М., Сысоев Ю.Г., Костырченко В.А., Мадьяров Т.М. Машина для ремонта временных зимних дорог // Инженерный вестник Дона. – 2014. – Т. 29. – № 2. – С. 101.
8. Мерданов Ш.М., Яркин А.В., Шараев Ф.Д., Шуваев А.Н. Обеспечение работы гидропривода строительной машины в условиях низких температур окружающей среды // Научно-технический вестник Поволжья. – 2012. – № 4. – С. 143–145.
9. Мерданов Ш.М., Конев В.В. Исследование и разработка системы тепловой подготовки гидропривода строительно-дорожных машин // Транспортные и транспортно-технологические системы: материалы Международной

научно-технической конференции. Тюменский государственный нефтегазовый университет, Уральское межрегиональное отделение Российской академии транспорта. – Тюмень, 2013. – С. 126–131.

10. Яркин А.В., Сысоев Ю.Г., Крук А.Р., Костырченко В.А., Мадьяров Т.М. Повышение работоспособности рукавов высокого давления гидропривода при эксплуатации в суровых климатических условиях // Инженерный вестник Дона. – 2014. – Т. 30. – № 3. – С. 59.

11. Konev V., Merdanov S., Karnaukhov M., Borodin D. Thermal preparation of the trailbuilder fluid drive // WIT Transactions on Ecology and the Environment. – 2014. – T. 190, Vol. 1. – P. 697–706.

References

1. Egorov A.L. Obosnovanie rabochih parametrov snegouborochnoj mashiny s uplotnjajushhim rabochim organom [rukopis] : dis. kand. tehn. nauk: 05.05.04 / TjumGNGU. Tjumen, 2004. 157 p.

2. Karnauhov N.N., Konev V.V., Razuvaev A.A., Jurinov Ju.V. Sistema predpuskovoj teplovoj podgotovki DVS i gidroprivoda Pat. 2258153 Ros. Federacija, MPK7 F02N 17/06; zajavitel i patentoobladatel TjumGNGU. no. 2004104477/06; zajavl. 16.02.2004; opubl. 10.08.2005, Bjul. no. 22.

3. Karnauhov N.N., Merdanov Sh.M., Kostyrchenko V.A., Madjarov T.M. Uplotnjajushhaja mashina s dopolnitelnym rabochim organom // Fundamentalnye issledovanija. 2015. no. 9–2. pp. 236–239.

4. Kolunina V.A., Kostyrchenko V.A., Madjarov T.M. Prioritety razvitija nazemnyh transportno-tehnologicheskikh kompleksov v osvoenii kontinentalnogo shelfa // Nazemnye transportno-tehnologicheskie komplekсы i sredstva. Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoi konferencii Tjumen, 2015. pp. 147–149.

5. Kostyrchenko V.A., Spirichev M.Ju., Sharuha A.V., Madjarov T.M. Stroitelstvo vremennyh zimnih dorog kak jelement prioritetnogo napravlenija razvitija nauki, tehnologij i tehniki v rossijskoj federacii // Neft i gaz Zapadnoj Sibiri Otvetstvennyj redaktor O. A. Novoselov. Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoi konferencii, posvjashhennoj 50-letiju Tjumenskogo industrialnogo instituta Tjumen, 2013. pp. 147–151.

6. Merdanov Sh.H., Konev V.V., Borodin D.M., Polovnikov E.V. Sistema progrevaja jelementov gidroprivoda // Patent Rossii no. 2569862.

7. Merdanov Sh.M., Sysoev Ju.G., Kostyrchenko V.A., Madjarov T.M. Mashina dlja remonta vremennyh zimnih dorog // Inzhenernyj vestnik Dona. 2014. T. 29. no. 2. pp. 101.

8. Merdanov Sh.M., Jarkin A.V., Sharaev F.D., Shuvaev A.N. Obespechenie raboty gidroprivoda stroitelnoj mashiny v uslovijah nizkikh temperatur okruzhajushhej sredy // Nauchno-tehnicheskij vestnik Povolzhja. 2012. no. 4. pp. 143–145.

9. Merdanov Sh.M., Konev V.V. Issledovanie i razrabotka sistemy teplovoj podgotovki gidroprivoda stroitelno-dorozhnyh mashin // Transportnye i transportno-tehnologicheskie sistemy Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoi konferencii. Tjumenskij gosudarstvennyj neftegazovyy universitet, Uralskoe mezhhregionalnoe otdelenie Rossijskoj akademii transporta. Tjumen, 2013. pp. 126–131.

10. Jarkin A.V., Sysoev Ju.G., Kruk A.R., Kostyrchenko V.A., Madjarov T.M. Povysenie rabotosposobnosti rukavov vysokogo davlenija gidroprivoda pri jekspluatacii v surovых klimaticeskikh uslovijah // Inzhenernyj vestnik Dona. 2014. T. 30. no. 3. pp. 59.

11. Konev V., Merdanov S., Karnaukhov M., Borodin D. Thermal preparation of the trailbuilder fluid drive // WIT Transactions on Ecology and the Environment. 2014. T. 190 Vol. 1. pp. 697–706.