

**А.В. ГРИЦЮК, А.П. МАРЧЕНКО, Ю.Д. МУЗЫКИН, А.В. ГАЙДАМАКА,
В.В. ТАТЬКОВ, А.А. РЯЗАНОВ, В.Г.ШАРОВ, Н.А.ЕРШОВ**

**ПРИМЕНЕНИЕ ПОЗИСТОРНЫХ НАГРЕВАТЕЛЕЙ В ГИДРОСИСТЕМЕ ЖЗ
ДЛЯ СМАЗКИ УЗЛОВ ТРЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ШПИНДЕЛЕЙ СЛЯБИНГА 1150
ПАО «ЗАПОРОЖСТАЛЬ»**

Рассмотрены узлы трения горизонтальных универсальных шпинделей обжимных станов, для которых используется централизованная система смазки. Такими узлами являются подшипники жидкостного трения и шарниры на опорах скольжения. Рассмотрены условия их работы и показано, что термостатирование смазочной жидкости является обязательным условием для обеспечения надежности их использования. Предложены два способа реализации этого условия: в гидробаке, посредством использования нагревательных перегородок, и непосредственно перед точкой смазки, за счет нагрева масла в указателе потока. Для этого разработаны нагревательные устройства на базе позисторных элементов, которые прошли апробацию в гидросистеме централизованной смазки ЖЗ слябинга 1150 ПАО «Запорожсталь».

Ключевые слова: шпиндель, опоры скольжения, смазочная жидкость, термостатирование, позисторы, нагреватели.

**А.В. ГРИЦЮК, А.П. МАРЧЕНКО, Ю.Д. МУЗЫКИН, А.В. ГАЙДАМАКА,
В.В. ТАТЬКОВ, А.А. РЯЗАНОВ, В.Г.ШАРОВ, Н.А.ЕРШОВ**

**ЗАСТОСУВАННЯ ПОЗИСТОРНИХ НАГРІВАЧІ В ГІДРОСИСТЕМІ ЖЗ
ДЛЯ МАСТИЛА ВУЗЛІВ ТЕРТЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ШПИНДЕЛЯ СЛЯБІНГІВ 1150
ПАТ «ЗАПОРІЖСТАЛЬ»**

Розглянуті вузли тертя горизонтальних універсальних шпинделів обтискуючих станів, для яких використовується централізована система змащування. Такими вузлами є підшипники рідинного тертя, а також шарніри на опорах ковзання. Розглянуті умови їх роботи та показано, що термостатування мастильної рідини є обов'язковою умовою щодо надійності використання. Запропоновані два шляхи реалізації цієї умови: у гидробаку, за рахунок використання нагрівачів у вигляді перегородок, або безпосередньо біля місця змащування за рахунок використання для нагріву мастила вказівників потоку. Для цього розроблені нагрівальні прилади на базі позисторних елементів, котрі пройшли випробування у гидросистемі централізованого змащування ЖЗ слябінга 1150 ПАТ «Запоріжсталь».

Ключові слова: шпиндель, опори ковзання, мастильна рідина, термостатування, позистори, нагрівачі.

**A. V. GRITSYUK, A. P. MARCHENKO, Yu. D. MUZYKIN, A. V. HAYDAMAKA,
V. V. TATKOV, A. A. RYAZANOV, V. G. SHAROV, N. A. ERSHOV**

**APPLICATION OF POSITIONAL HEATERS IN HYDRAULIC SYSTEM FOR LUBRICATION OF
THE FRICTION KNOTS OF HORIZONTAL SLABING SPINDLES 1150 PJSC "ZAPOROZHSTAL"**

Friction units of horizontal universal spindles of blooming mills for which the centralized lubrication system is used are considered. Such units are fluid-friction bearings and hinges on slide bearings. The conditions of their work are considered and it is shown that the temperature control of a lubricating fluid is a prerequisite for ensuring the reliability of their use. Two ways of implementing this condition are proposed: in the hydraulic tank, through the use of heating walls, and directly in front of the lubrication point, by heating the oil in the flow indicator. For this purpose, heating devices have been developed on the basis of posistor elements that have been tested in the hydraulic system of centralized slab lubrication. In heating devices, posistor ceramics are used, which, when the temperature rises, changes its resistance and, as a result, reduces the supply current, which ensures the condition for self-regulation of heating. In this case, the thermodynamic equilibrium of heating is achieved and automatically maintained most efficiently. The proposed system of heating and stabilization of the lubricant temperature is recommended not only for universal spindles, but also for any other cases of lubrication of support assemblies. In this case, a hydraulic station with a set of control and auxiliary devices is recommended as the base model for lubricating any parts of the rolling equipment.

Keywords: spindle, slide bearings, lubricating fluid, temperature control, posistor, heaters.

Введение. Одним из направлений повышения надежности работы металлургического оборудования является внедрение новых высокоэффективных технологических процессов в существующие производственные линии и комплексы. Каждый такой проект реконструкции позволяет при минимальных затратах обеспечить повышение надежности работы оборудования, а, следовательно, повысить качество и снизить себестоимость металлопродукции. Именно этим объясняется возможность в современных условиях внедрять новые перспективные разработки на функционирующем металлургическом оборудовании.

В области прокатного оборудования одним из таких проблемных вопросов, требующих эффективного решения, является термостатирование смазочных гидрожидкостей, используемых в узлах трения. Учитывая большую протяженность

гидравлических линий, а также значительные колебания температур окружающего воздуха, которые зависят как от времени года, так и производственных помещений, где они проходят, температура смазочной жидкости может изменяться в широком диапазоне. Такие колебания температуры приводят к существенному изменению вязкости смазки, а, следовательно, нарушению расчетных режимов работы опор скольжения. Так, исходя из ежегодного анализа аварийных ситуаций, имевших место на металлургическом оборудовании, установлено, что до 70% отказов в опорах скольжения и качения произошли по вине неудовлетворительной работы смазочного оборудования из-за нарушения правил технической эксплуатации [1]. Наиболее часто эти отказы наблюдаются в высоконагруженных узлах главных приводов прокатного оборудования, где рабочие нагрузки отличаются высокой динамической

составляющей, низко- и высокочастотными колебаниями, широким спектром рабочих температур.

Наиболее существенно это проявляется в узлах трения универсальных шпинделей прокатных станов с шарнирами в виде пар трения скольжения, в которых реализуется принцип шарнира Гука. Благодаря возможности поворота в двух взаимноперпендикулярных плоскостях удается передавать крутящий момент от главных электродвигателей к валкам рабочих клетей до 3 Мнм при угле наклона шпинделя до 10° . Кроме того, возникновение локальных динамических процессов в шарнирах приводит к формированию волнового характера нагружения пар трения, при котором возникают нагрузки существенно выше их статической составляющей [2]. В таких условиях работают шпиндели слябингов, которые обеспечивают полупродуктом высокопроизводительные широколистовые станы. Поэтому поддержание на расчетном уровне температуры смазочной жидкости, используемой в узлах трения универсальных шпинделей, является одной из важнейших задач повышения надежности их работы, а создание устройств для термостатирования смазок является актуальной и экономически обоснованной работой.

Цель работы. Постановка задачи. Рабочими узлами, требующими дозированной циркуляционной смазки для горизонтальных универсальных шпинделей слябинга 1150 являются подшипники жидкостного трения ПЖТ и шарниры на подшипниках скольжения. Особенность работы указанных опор скольжения заключается в том, что, как было показано, из-за тяжелых режимов их нагружения происходит деформация контактирующих поверхностей, которая приводит к нарушению первоначальной геометрии сопряжения. Кроме того, в локальных зонах высокого давления вязкость масла может изменяться в десятки раз, что приводит к резкому изменению температуры. В результате характер трения между сопряженными поверхностями не может быть определен однозначно и поэтому классические расчеты согласно гидродинамической теории смазки становятся неприемлемыми. В этом случае необходимо выполнять расчеты, используя контактногидродинамическую теорию смазки, согласно которой выполняется совместное решение уравнений теории упругости, описывающих деформацию в зоне контакта, и уравнение Рейнольдса с учетом влияния давления и температуры на вязкость масла [3]. Учитывая большое количество переменных, а также то обстоятельство, что большинство из них недетерминированы, становится очевидным, что результаты таких расчетов можно учитывать только в вероятностной постановке. Фактическая надежность работы рассматриваемых узлов может быть определена только экспериментально и для того, чтобы она сохранялась, необходимо поддерживать оговоренные в технических условиях требования по эксплуатации [4, 5]. Однако во многих случаях

выполнение этих требований становится проблематичным, так как многие внешние параметры изменяются в широком диапазоне, а вероятность их появления не подчиняется строгой закономерности.

Одним из таких параметров является температура смазки, подаваемая в пары трения. Для того, чтобы максимально стабилизировать этот параметр, исключив влияние на него погодных условий, а также температурных характеристик помещений, где проходит гидросистема централизованной смазки, предлагается использовать позисторные нагреватели, которые в области прокатного производства могут рассматриваться как высокоэффективный технологический процесс [6]. В настоящее время стабилизация температуры гидролинии смазки опор скольжения достигается за счет использования нагревателей в гидробаке ЖЗ, через которые подается пар. Недостаток таких нагревателей очевиден: перегрев масла и, как следствие его, температурная деструкция; появление воды в масле в результате конденсации ее на трубах и попадание из пара. Предлагаемые нагреватели лишены указанных недостатков, так как используют в качестве нагревательного элемента позисторную керамику, которая за счет линейной связи между собственной температурой и сопротивлением керамического элемента автоматически регулирует изменение силы тока. Благодаря такой связи устанавливается термодинамическое равновесие, которое позволяет создать саморегулирующее нагревательное устройство. Создание таких нагревательных устройств, которые учитывают в каждом конкретном случае особенности централизованной системы смазки, является инновационной задачей применительно к прокатному оборудованию металлургических заводов.

Материалы исследований. Как было показано, гидростанция централизованной смазки ЖЗ обслуживает только два горизонтальных универсальных шпинделя с шарнирами на подшипниках скольжения и опорные подшипники ПЖТ, которые фиксируют положение шпинделя. Так как смазочная станция находится в обжимном цехе в непосредственной близости от слябинга 1150, а ее объем составляет всего $1,7 \text{ м}^3$, было решено для стабилизации температуры масла использовать нагревательную перегородку в баке. Для проверки эффективности такого решения по сравнению с нагревом масла непосредственно перед точкой смазки, на ряде указателей потока были установлены позисторные нагреватели различной конструкции. Такое сравнение дает наиболее объективную информацию для нахождения оптимального решения термостатирования системы смазки.

Мнемосхема модернизированной гидростанции ЖЗ для смазки узлов трения горизонтальных унифицированных шпинделей стана слябинг 1150, установленного в обжимном цехе ПАО «Запорожсталь», представлена на рис. 1.

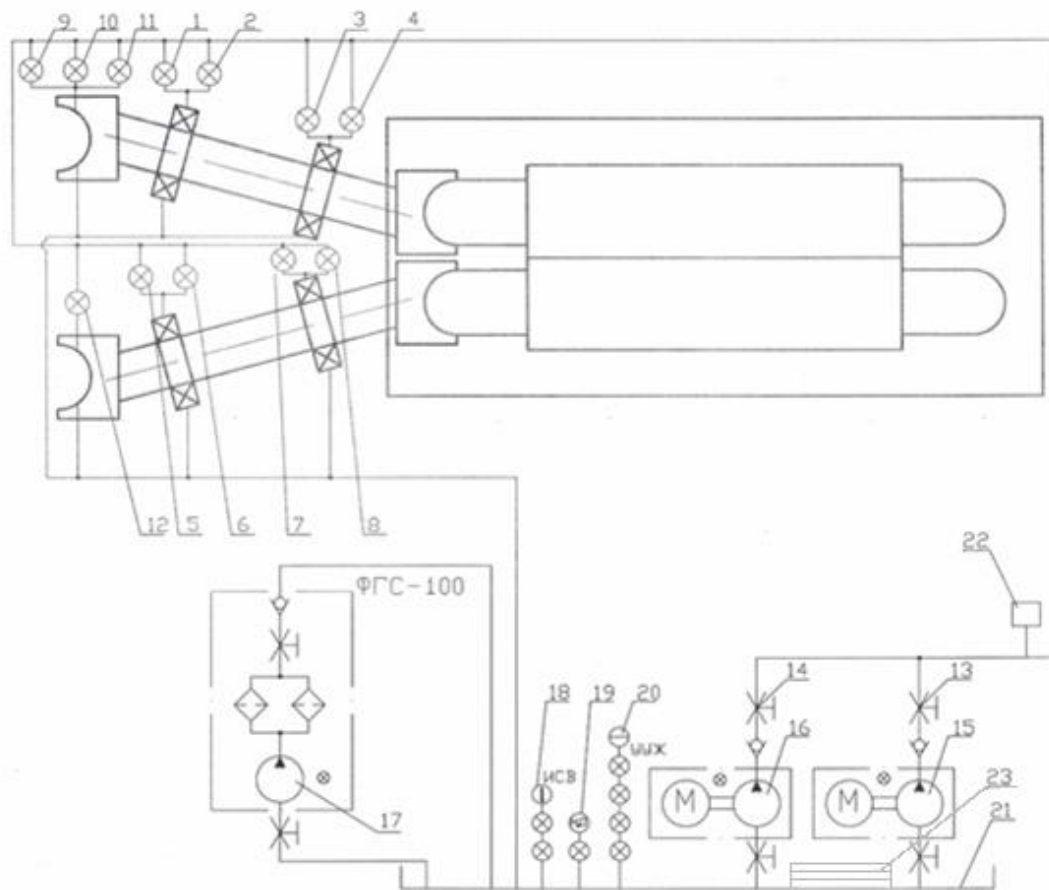


Рис. 1 – Мнемосхема модернизированной гидростанции смазки ЖЗ:

1...12 – указатели потока дистанционные с термостатированием УПД-Т; 13, 14 – регулировочные вентили; 15, 16 – насосные установки; 17 – независимая фильтровальная станция ФГС-100; 18 – указатель температуры масла; 19 – указатель содержания воды в масле; 20 – указатель уровня масла в баке; 21 – гидравлический бак; 22 – указатель давления в гидросистеме; 23 – блок маслагревательных перегородок ПБМНПТ

Линейные размеры гидробака составляют: высота $H = 1100$ мм; ширина $B = 1100$ мм; длина $L = 1600$ мм. Объем бака $V = 2$ м³.

Разработанная схема гидростанции является типовой и может рассматриваться как базовый вариант для использования в различных системах смазки узлов трения независимо от природы объекта смазывания. Изменяя линейные размеры гидробака 21, характеристики насосных установок 15 и 16, а также количество точек смазывания, предложенный вариант гидростанции может быть унифицирован и для других объектов.

Как видно их мнемосхемы (рис. 1) термостатирование смазочной жидкости может осуществляться двумя способами: нагревом масла в гидробаке посредством блока маслагревательных перегородок 23, либо непосредственно перед подачей в рабочую точку смазывания 1...12. Каждый из указанных способов нагрева может быть эффективно ребализован исходя как из требований эксплуатации, так и непосредственно компоновки гидросистемы. Если точки смазки расположены вблизи гидростанции, что исключает существенное рассеивание тепла в атмосферу, можно использовать нагрев масла в баке. Если же точки смазки достаточно удалены, а

окружающая температура достаточно низкая, рационально использовать нагрев масла непосредственно перед точкой смазки. В отдельных случаях, при большом количестве точек смазки и различных требованиях к температуре смазки, может быть использован смешанный способ.

Термостабилизирующие перегородки для гидробака ПБМНПТ. Для определения количества позисторных нагревательных элементов ПНЭ, а также выбора конструктивного решения нагревательной перегородки выполняется теплотехнический расчет для установившегося режима работы гидросистемы. При выполнении указанного расчета исходными данными являются: линейные размеры и конструктивные особенности бака; температурный диапазон, преодолеваемый нагревателем; марка масла и ее физические константы; мощность позисторного элемента; время нагрева до заданной температуры масла в баке, то есть время наступления термодинамического равновесия.

Рассчитывая нагревательную перегородку как пластинчатый теплообменник [7] и принимая, что мощность одного позисторного элемента составляет 0,3 кВт, в условиях работы гидростанции ЖЗ таких элементов необходимо 12. Каждый позисторный

нагревательный элемент выполнен в виде отдельного самостоятельного изделия, включающего в себя малогабаритный металлический корпус и расположенную в нем позисторную керамическую пластину, которая за счет изменения сопротивления при нагреве уменьшает силу тока, а следовательно, обеспечивает эффект саморегулирования [8].



Рис. 2 – Перегородка бака маслонагревателя позисторного типа ПБМНПТ

В качестве источников питания для позисторных нагревательных элементов, установленных на трех радиаторных пластинах, используется пульт контроля параметров системы смазки ПКПСС, который содержит силовой трехфазный трансформатор мощностью 6,3 кВт с выходным эффективным

Учитывая габариты бака и его компоновку, нагревательная перегородка ПБМНПТ выполнена в виде коробчатой конструкции с тремя радиаторными пластинами, на каждой из которых установлено по четыре позисторных нагревательных элемента ПНЭ (рис. 2).

напряжением 20 ± 2 В и три трехфазных выпрямителя с максимальным выходным током по 160 А.

Основные технические параметры предложенной маслонагревательной перегородки представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Технические характеристики маслонагревательной перегородки ПБМНПТ

Параметр	Единица измерения	Значение
Количество нагревательных элементов	шт.	12
Поверхность теплообмена	м ²	1,02
Температура подогрева масла в баке с объемом 2 м ³ в течение одного часа	°С	20±5
Номинальное напряжение электропитания (постоянный ток)	В	25±3
Максимальный потребляемый ток	При поочередном включении секций	200
	При одновременном включении секций	480
Ток в установившемся режиме	А	120±15
Время выхода на установившийся режим при температуре -20°N	мин.	6±2
Температура переключения нагревательного элемента	°С	160
Масса нагревателя (не более)	кг	14,5
Габаритные размеры	мм	170 × 300 × 1000

Учитывая, что теплосъем с пластин маслонагревателя во многом зависит от характера течения жидкости, место установки перегородки в баке имеет существенное значение [7, 9]. При выборе места расположения перегородки должны быть учтены следующие условия:

– течение жидкости в зоне расположения маслонагревателя должно быть ламинарным и иметь максимально возможную скорость;

– поверхность пластин должна полностью омываться потоком жидкости;

– наличие маслонагревательной перегородки не должно нарушать характер течения масла в баке и не приводить к образованию застойных зон либо местных срывов потока в виде завихрений, которые существенно влияют как на гравитационную очистку масла от механических примесей, так и на выделение нерастворенного воздуха;

– маслонагревательная перегородка не должна создавать дополнительных вибраций при работе циркуляционной системы, а, следовательно, не усиливать уровень шума.

При выполнении указанных требований термодинамическое равновесие между количеством тепла, генерируемого позисторными нагревателями ПНЭ и теплоотводом от радиаторных пластин перегородки ПБМНПТ будут устанавливаться наиболее быстро, а, следовательно, эффективность работы маслонагревателя будет максимальной.

Указатель потока дистанционный термостатированный УПД-Т. В случае, если гидролиния системы смазки протяженная и термодинамическое равновесие наступает при температуре ниже необходимой, используют термостатирование смазки непосредственно возле

рабочей точки. Для этого предложено использовать указатели потока УПД, на которые дополнительно установлены позисторные нагреватели. Конструктивное решение нагревателей зависит как от расхода смазки, подаваемой в расчетную точку, так и от фактического значения ее температуры. Поэтому предлагается два варианта технического решения: при незначительных расходах смазки нагрев осуществляется непосредственно в корпусе самого маслоуказателя; при значительных расходах смазки для ее нагрева используется малогабаритный нагреватель проточного типа.

Принципиальная схема таких способов нагрева на базе указателя потока УПД представлена на рис. 3.

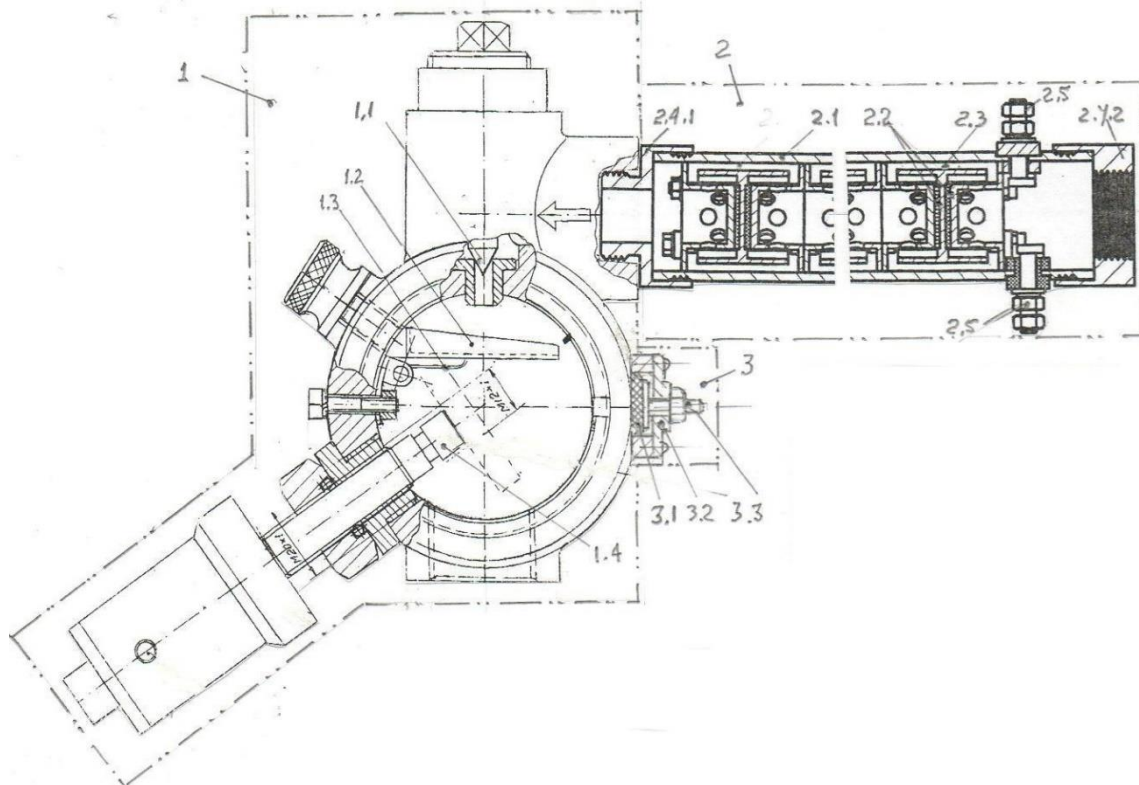


Рис. 3 – Схема указателя потока дистанционного с термостатированием УПД-Т

1 – указатель потока дистанционный УПД; 2 – малогабаритный нагреватель проточного типа МНПТ; 3 – позисторный нагревательный элемент ПНЭ; 1.1 – регулируемый дроссель; 1.2 – поворотная лопасть; 1.3 – тарированная пружина; 1.4. – индуктивный датчик; 2.1. – корпус; 2.1.1, 2.1.2 – муфты корпуса; 2.2 – позисторный нагревательный элемент; 2.3 – радиатор; 2.4, 2.5 – клемма с изолятором; 3.1 – позисторная керамическая пластина; 3.2 – капролоновый корпус; 3.3 – клемма подвода питания

Как следует из схемы, нагреватель МНПТ устанавливается непосредственно в гидролинию и осуществляет нагрев масла перед подачей на регулируемый дроссель 1.1. При использовании нагревательного элемента ПНЭ, нагрев смазки осуществляется в корпусе указателя потока за счет нагрева всех его элементов и через них поддерживается требуемая температура смазки [8, 10].

В обоих случаях энергетические параметры нагревателей и их конструктивное оформление выполняются с учетом расходных характеристик, а также природы смазочной жидкости [7]. Необходимые

энергетические показатели нагревателей обеспечиваются либо за счет увеличения количества секций в МНПТ от одной до трех, либо за счет количества ПНЭ, устанавливаемых на корпусе УПД. Под действием нагретого масла, расход которого регулируется с помощью дросселя 1.1, поворотная лопасть 1.2, преодолевая сопротивление тарированной пружины 1.3, отклоняется на некоторый угол, величина которого фиксируется с помощью индуктивного датчика 1.4 и передается на интерфейс пульты контроля параметров системы смазки ПКПСС (рис. 3).

В качестве источника питания для нагревателей УПД-Т используется модернизированный пульт контроля ПКПСС, который питается от трехфазного напряжения 380 В, 50 Гц и содержит силовой трехфазный трансформатор ТС-6,3 с потребляемой мощностью 4 кВт и выходным эффективным

напряжением 20 ± 2 В, а также три трехфазных выпрямителя с максимальным выходным током по 80 А в установившемся режиме работы. Основные технические параметры предложенного указателя потока представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Технические характеристики указателя потока дистанционного с термостатированием УПД-Т-10

Параметр		Единица измерения	Значение
Условный проход		мм	10
Расход масла		л/мин	6±2
Номинальное давление (не более)		МПа	0,4
Температура масла после МНПТ		°С	25±5
Температура корпуса при одном ПНЭ		°С	30±5
Номинальное напряжение электропитания (постоянный ток)		В	25±3
Максимальный потребляемый ток	При включении	МНПТ ПНЭ	200 25±3
	При установившемся режиме	МНПТ ПНЭ	120 ±15 5±1
Время выхода на рабочий режим при температуре окружающей среды – 20 °С		МНПТ	10±2
		ПНЭ	20±2
Температура переключения нагревательного элемента		°С	150±10

Все рабочие параметры УПД-Т через интерфейс USB передаются на пульт контроля ПКПСС для дальнейшей обработки, визуализации и архивирования. В качестве контролируемых параметров приняты: температура и давление масла на входе и выходе нагревателя, а также температура его корпуса; характеристики потока смазки, контролируемые УПД-Т; сила тока и напряжения источника питания позисторного нагревателя; время стабилизации показаний контролируемых параметров при изменении характеристик потока масла. По этим параметрам выполняется настройка и контроль работы позисторных нагревателей, которые в дальнейшем обеспечивают надежную и безаварийную работу узлов трения универсальных шпинделей.

Выводы. Инновационная работа по использованию саморегулируемых нагревательных устройств в гидролиниях систем смазки, эксплуатируемых в холодное время года на прокатном оборудовании металлургических заводов, выполнена в рамках хозяйственного договора между НТУ «ХПИ» и ПАО «Запорожсталь». Объектами смазки являлись подшипники жидкостного трения ПЖТ и шарниры с опорами скольжения горизонтальных универсальных шпинделей главного привода обжимного стана слябинг 1150.

Предложенные нагреватели как для гидробака системы жидкой циркуляционной смазки ЖЗ в виде перегородок ПБМНПТ, так и для указателей потока УПД в виде позисторных нагревательных элементов ПНЭ либо нагревателей проточного типа МНПТ изготовлены и поставлены заказчику как для проверки эффективности их работы, так и дальнейшего расширения сферы их применения.

Во всех нагревательных устройствах используется позисторная керамика, которая при повышении температуры изменяет свое сопротивление и, как следствие, снижает ток питания, что обеспечивает условие саморегулирования нагрева.

В этом случае термодинамическое равновесие нагрева достигается и автоматически поддерживается наиболее эффективно.

Предлагаемая система нагрева и стабилизации температуры смазки может быть рекомендована не только для универсальных шпинделей, но и для любых других случаев смазки опорных узлов. В этом случае гидростанция ЖЗ с набором рассмотренных контрольно регулирующих и вспомогательных устройств рекомендуется в качестве базовой модели для смазки любых узлов прокатного оборудования.

Список литературы

1. Притыкин Д.П. Надежность, ремонт и монтаж металлургического оборудования /Д.П. Притыкин. – М.: Металлургия, 1985.– 368 с.
2. Савельев А.Н. Метод расчета давления в зоне контакта лопасть-вкладыш универсального шпинделя с учетом происходящих в нем волновых процессов /А.Н. Савельев, Н.В. Савельев, Н.А. Локрева //Иzv.вузов. Черная металлургия – 2011, № 6 – с. 50–55.
3. Коднир Д.С. Контактная гидродинамика смазки деталей машин /Д.С. Коднир. – М.: Машиностроение, 1976.– 304 с.
4. Гайдамака А.В. Коэффициент нагрузки в расчете сепаратора роликоподшипников на прочность /А.В. Гайдамака //Восточно-Европейский Журнал передовых технологий. Прикладная механика. – 2014, №2/7(68)– с. 4–7.
5. Gaydamaka A. Improving the Design of Bearings Separators for Raising the Technical Level /A. Gaydamaka //Eastern-European Journal of Enterprise Technologies – 6/1 (84), 2016. – P.4–8.
6. Марченко А.П. Использование высоких технологий малолитражного дизелестроения в системе смазки металлургического оборудования /А.П. Марченко, А.В. Грицок, В.В. Татьков и др. //Авиационно-космическая техника и технологии. – 2014, № 10 (117). НАУ им. Жуковского (ХАИ). – с. 99–104.
7. Банных О.П. Основные конструкции и тепловой расчет теплообменников /О.П. Банных. – Санкт-Петербург.: ИТМО, 2012.– 142 с.
8. Грицок А.В. Термостатирование смазочных жидкостей для промасливания холодного проката /А.В. Грицок, А.П. Марченко, Ю.Д. Музыкин и др. //Вісник НТУ «ХПІ». – 2017, № 37 (1259).– с. 17–24.
9. ГОСТ 16770-86 Баки для объемных гидроприводов и смазочных систем. Общие технические требования. – М.: Стандартиформ.– 2006.– 6 с.

10. Патент на корисну модель № 106710. Малогабаритний нагрівач проточного типу (МНПТ), А.В. Грицюк, А.П. Марченко, О.А. Мотора та інші //Бюл. № 9.– МПК (2016.01). 2016.

References (transliterated)

1. Pritykin D.P. Nadezhnost', remont i montazh metallurgicheskogo oborudovaniya /D.P. Pritykin. – Moscow: Metallurgiya, 1985. – 368 p.
2. Savel'ev A.N. Metod rascheta davleniya v zone kontakta lopast' -vkladysh universal'nogo shpindelya s uchetom proishodyashhih v nem volnovykh processov /A.N. Savel'ev, N.V. Savel'ev, N.A. Lokreva //Izv.vuzov. Chernaya metallurgiya, – 2011, No 6 – P. 50-55.
3. Kodnir D.S. Kontaktnaya gidrodinamika smazki detaley mashin /D.S. Kodnir – Moscow: Mashinostroenie, 1976. – 304 p.
4. Gaydamaka A.V. Koefficient nagruzki v raschete separatora rolikopodshipnikov na prochnost' /A.V. Gaydamaka //Vostochno-Evropeyskiy Zhurnal peredovykh tehnologiy. Prikladnaya mehanika. – 2014, No2/7(68) – P. 4-7.
5. Gaydamaka A. Improving the Desing of Bearings Separators for Raising the Technical Level /A. Gaydamaka //Eastern-European Journal of Enterprise Technologies – 6/1 (84), 2016. – P.4-8.

6. Marchenko A.P. Ispol'zovanie vysokih tehnologiy malolitrazhnogo dizelstroeniya v sisteme smazki metallurgicheskogo oborudovaniya /A.P. Marchenko, A.V. Gricyuk, V.V. Tat'kov i dr. //Aviacionno-kosmicheskaya tehnika i tehnologii. – 2014, No 10 (117). NAU im. Zhukovskogo (HAI).– P. 99–104.
7. Bannyh O.P. Osnovnye konstrukcii i teplovoy raschet teploobmennikov /O.P. Bannyh. – Sankt-Peterburg.: ITMO, 2012.– 142 p.
8. Gricyuk A.V. Termostatirovanie smazochnyh zhidkostey dlya promaslivaniya holodnogo prokata /A.V. Gricyuk, A.P. Marchenko, Yu.D. Muzykin i dr. //Visnik NTU «HPI».– 2017, No 37 (1259).– P. 17–24.
9. GOST 16770-86 Baki dlya ob`emnyh gidroprivodov i smazochnyh sistem. Obshhie tehnicheckie trebovaniya. – Moscow: Standartinform – 2006.– 6 p.
10. Patent na korisnu model' No 106710. Malogabaritnyi nagrivach protochnogo tipu (MNPT), A.V. Gricyuk, A.P. Marchenko, O.A. Matora ta inshi //Byul. No 9 – МПК (2016.01). 2016.

Поступила (received) 19.11.2018

Відомості про авторів /Сведения об авторах/ About the Authors

Грицюк Александр Васильевич (Грицюк Олександр Васильович, Gritsyuk Aleksandr Vasilievich)– доктор технических наук, старший научный сотрудник, заместитель генерального конструктора по НИР – главный конструктор Государственного предприятия «Харьковское конструкторское бюро по двигателестроению»; e-mail: dthkbd@ukr.net

Марченко Андрей Петрович (Марченко Андрій Петрович, Marchenko Andrey Petrovich) – доктор технических наук, профессор, проректор по научной работе, заведующий кафедрой «Двигатели внутреннего сгорания». Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»; e-mail: marchenko@kpi.kharkov.ua

Музыкин Юрий Дмитриевич (Музикін Юрій Дмитрович, Muzykin Yuri Dmitrievich)– кандидат технических наук, профессор, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», профессор кафедры «Детали машин и мехатронных систем»; тел. +38-067-264-56-78; e-mail: muzykin1940@mail.ru

Гайдамака Анатолий Владимирович (Гайдамака Анатолій Володимирович, Gaydamaka Anatoli Vladimirovich) – доктор технических наук, профессор, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», профессор, заведующий кафедрой «Детали машин и мехатронных систем»; тел. +38-057-297-14-40; e-mail: gaydamaka.doc@gmail.com.

Татков Владимир Викторович (Татков Володимир Вікторович, Tat'kov Vladimir Viktorovich) кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник научно-исследовательской части Национального технического университета «Харьковский политехнический институт», тел. +38-067-735-87-09; e-mail: tatjkov@kpi.kharkov.ua