

УДК 621.771

**В. В. ТАТЬКОВ**, канд.техн.наук, вед. научн. сотр., НТУ «ХПІ»;  
**Ю. Д. МУЗЫКИН**, канд.техн.наук, проф., НТУ «ХПІ»;  
**А. Ю. ПУТНОКИ**, канд.техн.наук, эксперт-консультант, НТУ «ХПІ»;  
**С. В. МАЦКО**, нач. цеха горячего проката тонкого листа ПАО  
«Запорожсталь»;  
**П. П. МОСКАЛЕНКО**, зам. гл. механика по прокатному производству,  
ПАО «Запорожсталь»;  
**С. А. МУДРИЦКИЙ**, нач. технологического бюро ЦГПТЛ, ПАО  
Запорожсталь»;  
**Ю. В. НОВОСЕЛОВ**, старший мастер ЦГПТЛ, ПАО «Запорожсталь»,  
Запорожье

### **СИСТЕМЫ ЖИДКОЙ ЦИРКУЛЯЦИОННОЙ СМАЗКИ Ж-1, Ж-2 ПРОКАТНОГО СТАНА НТЛС «1680» ОАО «ЗАПОРОЖСТАЛЬ»**

Рассмотрены вопросы обеспечения устойчивой работы системы жидкой циркуляционной смазки для шестеренных клетей и силовых редукторов главных приводов рабочих клетей листопркатного стана НТЛС «1680». Приведена гидравлическая схема смазочных станций Ж-1 и Ж-2, а также показаны параметры, контролируемые в процессе работы как с помощью мнемосхем, так и аналоговых приборов. Предложенные схемы смазки обеспечивают поддержание расчетных режимов работы в парах трения за счет бесперебойной подачи смазочного материала во все трущиеся сопряжения.

**Ключевые слова:** прокатный стан, рабочая и шестеренная клеть, гидравлическая схема, смазочная система, трение, сопряжение.

**Введение.** Для обеспечения надежной работы станов горячей прокатки толстого и тонкого листа необходима устойчивая работа централизованной системы смазки, которая обеспечивает бесперебойную подачу смазочного материала во все трущиеся сопряжения подвижных соединений. Объясняется это тем, что большая протяженность станов, высокая их насыщенность оборудованием, работающем в широком диапазоне режимов нагружения как по передаваемым усилием, так и изменениям температур и скоростей при условии непрерывности работы, предъявляют повышенные требования к системам смазки по стабильности их работы.

Одними из наиболее нагруженных элементов листовых станов горячей прокатки являются силовые редуктора главных приводов рабочих клетей (СШР), а также шестеренные клетки (ШК), которые, как правило, обслуживаются системой жидкой циркуляционной смазки от центральных

станций, располагающихся в подвальных помещениях. Автоматизация работы смазочных систем, контроль за ее работой, а также установка аварийной и предупредительной сигнализации обеспечивается за счет использования панелей с мнемосхемами смазочных станций, а также щитов с показывающими приборами, которые позволяют обслуживающему персоналу в каждом конкретном случае принимать решения, адекватные создавшейся ситуации.

Для смазки наиболее уязвимых узлов СШР и ШК разработаны типовые схемы, которые базируются на общих принципах, как и общепринятые схемы для силовых редукторов. Незначительные особенности связаны с непрерывностью работы прокатного стана, что требует установки сопел, коллекторов и других уязвимых элементов таким образом, чтобы их обслуживание, ремонт и замена могли быть выполнены без демонтажа корпусных деталей [1, 2]

**Цель работы, постановка задачи.** Надежность работы узлов трения листопроекатных станов зависит как от эксплуатационных параметров, которые в каждом конкретном случае не детерминированы и поэтому носят вероятностно – статистический характер, так и условий смазки пары трения, которая регламентируется показателями работы смазочной системы. Так как реальные значения параметров, таких как нагрузка, температура, скорость, зазор в сопряжении, расход и давление смазки в рассматриваемой точке могут быть оценены только качественно, становится очевидным решающая роль смазочных систем для устойчивой и безаварийной работы как отдельных узлов, так и всего прокатного стана в целом. Поэтому совершенствование смазочных систем как в плане их гидравлического и конструктивного решения, так и автоматизации их работы при условии повышения информативности о каждой рабочей точке развернутых смазочных систем является технически и экономически обоснованной задачей [3, 4].

**Материалы исследований.** Всем выше перечисленным требованиям отвечают смазочные станции Ж-1 и Ж-2, которые предназначены для обеспечения жидкой циркуляционной смазки узлов трения шестеренных клетей ШК и силовых редукторов главных приводов СШР черновых и чистовых клетей непрерывного тонколистового стана горячей прокатки НТЛС «1680»,

установленного в ЦГПТЛ металлургического завода ОАО «Запорожсталь». Данные станции являются совместным проектом представителей завода и НТУ «ХПИ» и отвечают всем требованиям нормативно-технической документации, таким как ГОСТ 12.2.086-83 ССБТ «Гидроприводы объемные и системы смазочные. Общие требования безопасности к монтажу, испытаниям и эксплуатации»; ГОСТ 17411-86 «Безопасность и контроль режимов»; ДСТУ ИСО 14001 п.п. 4.4.7 «Готовность к аварийным ситуациям и реагирование на них». п.п. 4.5 «Мониторинг и измерение».

Функциональное назначение, структура применяемого гидрооборудования, его конструктивная компоновка в маслоподвалах и основные эксплуатационные параметры жидкой циркуляционной смазки Ж-1 и Ж-2 становятся очевидными из гидравлической схемы, предоставленной на рисунке.

Основным отличием схем Ж-1 и Ж-2 является уровень комплектации устройствами поддержания нормативных параметров масла, режимов смазки, а также контроля за основными эксплуатационными параметрами работы гидросистемы.

Гидросистема содержит несколько рабочих контуров движения жидкости, каждый из которых выполняет определенные функции в рабочем цикле.

1. Основной рабочий контур обеспечивает подачу масла в заданные точки смазки. Масло из бака-резервуара 1 объемом 35 м<sup>3</sup> насосной установкой 2, включающей два гидронасоса фирмы «Ропер» производительностью 1600 л/мин и 2400 л/мин через обратные клапаны 12, пластинчатый фильтр 4 фирмы «Куно», маслоохладитель кожухотрубный 3 с поверхностью охлаждения 20 м<sup>2</sup>, указатели потока 11 УПД, из которых в Ж-1 – 116, в Ж-2 – 72 поступает в смазочные точки клеток ШК и СШР, откуда через сливную магистраль возвращается в резервуар 1.

Параллельно с основным рабочим контуром в системе смазки включен пресс-бак 7 емкостью 2,5 м<sup>3</sup>, который помимо сглаживания колебаний давлений в коллекторе, вызванного подключением и отключением резервного насоса 10 периодически срабатыванием предохранительного клапана 6, отключением отдельных узлов смазки при их ремонте и настройке также обеспечивает

подачу масла в точки смазки в течение времени выбега проката, когда в аварийных случаях отказали циркуляционные насосы 2.

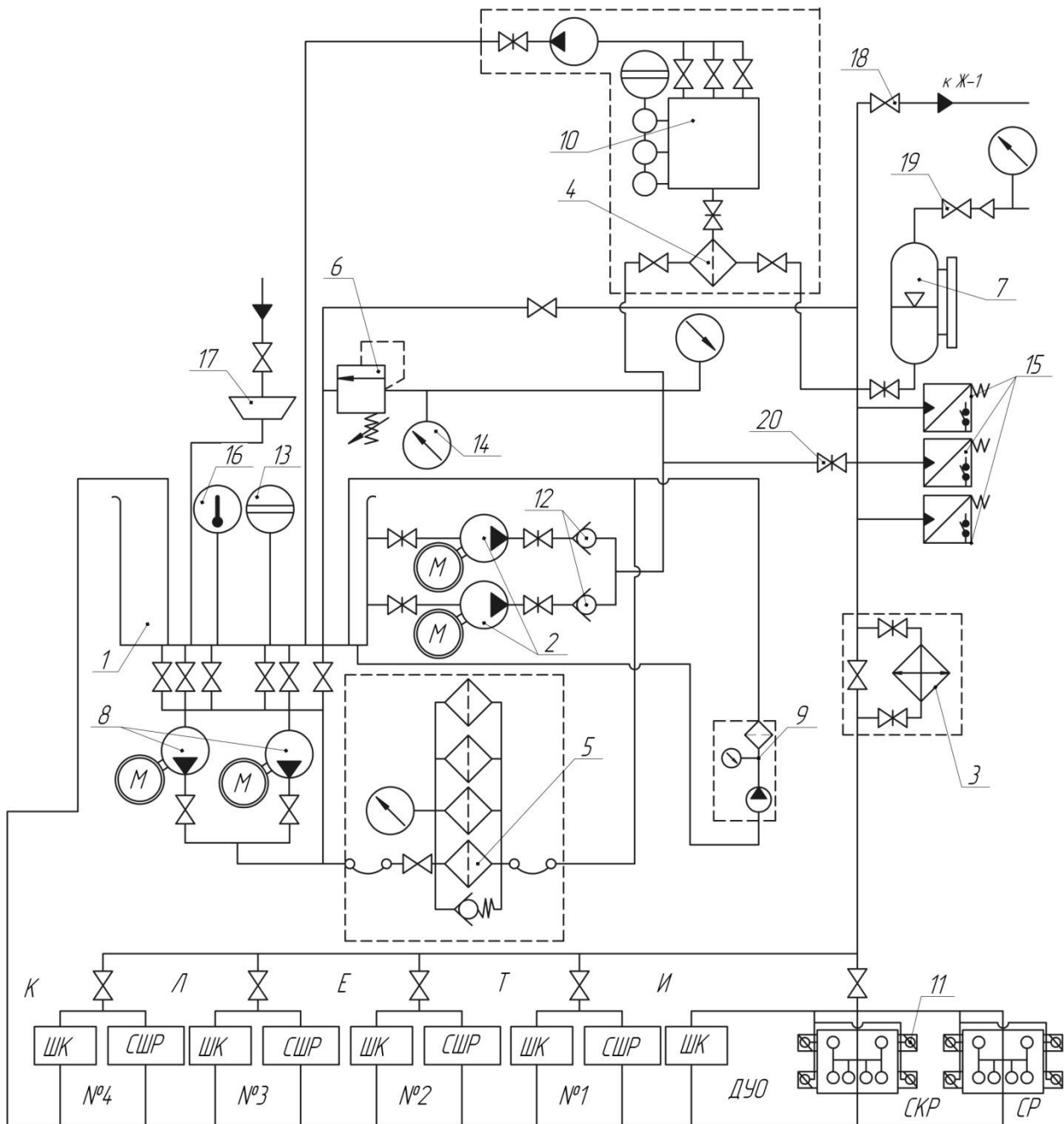


Рис. 1 – Гидравлическая схема системы жидкой циркуляционной смази Ж-1:  
 1 – бак; 2 – насосы фирмы «Ропер»; 3– маслоохладитель; 4– фильтр пластинчатый; 5– блок фильтров пористых; 6– предохранительный клапан; 7– пресс-бак; 8– насос грязевой; 9 – ФЗС-400; 10– отстойник; 11– указатель потока; 12– обратный клапан; 13– указатель уровня; 14– манометр; 15– реле давления; 16– термометр; 17– заливная горловина; 18, 19 – вентили; 20– заслонка; 21-центрифуга

Поддержание рабочего давления в пресс-баке осуществляется путем подключения его к цеховой магистрали сжатого воздуха через вентиль 19.

Контроль за уровнем масла в пресс – баке осуществляется визуально по прозрачному манометрическому уровнемеру.

2. Вспомогательные контуры, которые в процессе периодической работы обеспечивают выполнение конкретных задач, не требующих постоянного решения. К этим контурам в зависимости от выполняемых задач относятся следующие.

Подогрев масла в холодное время года либо его перемешивание после длительного простоя оборудования за счет дросселирования. Масло из бака 1 насосной установкой 2 подается через обратный клапан 12 на предохранительный регулируемый клапан 6 и дальше в бак 1 либо минуя маслоохладитель 3 – в напорную магистраль к точкам смазки. Быстрота нагрева связана с настройкой предохранительного клапана, так как в этом случае меняется степень дросселирования, а, следовательно, и энергетические показатели процесса.

Средняя очистка масла от механических загрязнений размером более 80 мкм в зависимости от конкретных условий работы смазочной системы может быть выполнена как в пористых фильтрах, так и в центрифуге. В первом случае масло из бака 1 насосами для перекачки грязных масел 8 производительностью 300 л/мин подается к блоку пористых фильтров 5, рассчитанных на расход 320 л/мин при тонкости фильтрации 80 мкм, после чего масло возвращается в бак. В случае использования центрифуги 21, рассчитанной на расход 300 л/мин, масло после насосов подвергается центробежной очистке и, минуя пористые фильтры 5, возвращается в бак 1.

Тонкая очистка масла от механических примесей размером менее 40 мкм как технологическая операция выполняется автономной фильтровально – заправочной станцией ФЗС-400, которая имеет производительность 400 л/мин и в зависимости от используемых фильтроэлементов может обеспечивать тонкость фильтрации 5, 10, 15, 25, 40, 80 мкм. Комплекс ФЗС-400 предусматривает только стационарное исполнение, в то время как станции меньшей производительности могут иметь мобильное исполнение, т. е. быть передвижными. Учитывая автономность исполнения ФЗС-400, она может работать как на очистку масла только в баке, так и всей смазочной системы

в целом, для чего очищенное масло подается в напорную линию и дальше к точкам смазки.

3. Технологические линии обслуживания отдельных элементов гидросистемы, к которым относятся: возврат масла из отстойника 10 фильтра «Куно» 4 в бак 1 и пополнение рабочей жидкости в бак 1 гидросистемы через заливочную горловину 17. Кроме того, система Ж-1 через вентиль 18 может соединяться с системой Ж-2.

Для возможности реализации работы каждого из рассмотренных контуров системы Ж-1 и Ж-2 снабжены набором вентиля 18 и заслонок 20, часть из которых на схеме не показана.

Автоматизация работы смазочных систем достигается за счет использования комплекса контрольно-регулирующей аппаратуры, в состав которой входят реле давления и температуры, указатели потока, расхода и уровня жидкости и другие. Основные из них следующие.

Реле давления 15 типа СПД, которое включает три контактные группы, отвечающие за уровень давления в напорном коллеторе, то же, но перед форсунками клетей 9 и 10, как наиболее удаленных от насосов, давление перед фильтрами циркуляционного контура и перепад давления на маслоохладителе.

Датчик температуры типа СПТ устанавливается и контролирует перепад температуры в зоне смазки шестеренчатого зацепления; текущее значение температуры масла 16 в резервуаре, с возможностью подачи предупреждающего либо аварийного сигнала при критических отклонениях; измеряет перепад температур на выходе из теплообменника.

Указатели потока типа УПД фиксируют наличие потока смазки в форсунках и в случае его прекращения выдают аварийный сигнал. Гидравлические реле расхода типа ГРР показывают фактическую производительность главных насосов и включение вспомогательных насосов при их периодическом подключении.

Указатели уровня жидкости типа УУЖ фиксируют в аналоговом либо дискретном режимах работы уровень масла в баке 13 либо его потерю за заданный промежуток времени, а также могут контролировать четыре дискретных уровня масла, отвечающих требованиям технологического цикла работы смазочной системы.

Контроль о наличии воды в масле осуществляется посредством датчика ППВ, который информирует о залповом попадании воды в масло, что может привести к мгновенной аварийной ситуации.

Кроме того, в системах смазки Ж-1 и Ж-2 предусмотрен контроль качества смазочной жидкости по параметрам механических примесей согласно ГОСТ 17216-71 и кинематической вязкости по ДСТУ ГОСТ 33-203. Контроль этих параметров осуществляется посредством портативных экспресс-анализаторов ПЭАЖ-1 и ИЗЖ-1, а также портативного индикатора вязкости ИВ.

Весь аппаратурный комплекс системы сигнализации и контроля смазки силовых редукторов и шестеренных клетей аттестован и выпускается согласно утвержденным ТУ на каждое изделие.

**Выводы.** Представленная система жидкости циркуляционной смазки Ж-1 и Ж-2, которая является совместным проектом представителей ОАО «Запорожсталь» и НТУ «ХПИ» отвечает современным требованиям как по техническим параметрам, поддержание которых осуществляется в автоматическом режиме, так и по технике безопасности, предъявляемой к крупным гидросистемам. Эксплуатация рассмотренных масляных систем на непрерывном стане горячей прокатки тонкого листа НТЛС «1680» показала их высокую надежность и доступность в управлении за счет высокой степени автоматизации и наличия надежного контроля практически всех рабочих параметров. Рациональное расположение мнемонических схем и панелей управления позволяет обеспечить поддержание расчетных режимов работы в парах трения за счет бесперебойной подачи смазочного материала во все трущиеся сопряжения.

**Список литературы:** 1. Гедык П.К., Калашникова М.И. Смазка металлургического оборудования. – М.: Металлургия. 1971. – 316 с. 2. Семенов В.Я. и другие. Автоматизированные смазочные системы и устройства. – М.: Машиностроение. 1982. – 173 с. 3. Правила технической эксплуатации централизованных систем густой и жидкой смазки на металлургических предприятиях. – М.: Металлургия. 1987. – 102 с. 4. Притыкин Д.П. Надежность, ремонт и монтаж металлургического оборудования. – М.: Металлургия. 1985. – 368 с.

**Bibliography (transliterated):** 1. Gedyik P.K., Kalashnikova M.I. Smazka metallurgicheskogo oborudovaniya. – Moscow: Metallurgiya. 1971. – 316 p. 2. Semenov V.Ya. i drugie. Avtomatizirovannyye smazochnyie sistemyi i ustroystva. – Moscow: Mashinostroenie. 1982. – 173 p. 3. Pravila tehnicheskoy ekspluatatsii tsentralizovannyih sistem gustoy i zhidkoy smazki na metallurgicheskikh predpriyatiyah. – Moscow: Metallurgiya. 1987. – 102 p. 4. Prityikin D.P. Nadezhnost, remont i montazh metallurgicheskogo oborudovaniya. – Moscow: Metallurgiya. 1985. – 368 p.

*Поступила (received) 26.10.2014*