



МРНТИ 55.39.43

Научная статья

<https://doi.org/10.32523/2616-7263-2025-151-2-222-236>

Повышение эффективности работы системы охлаждения гидравлического привода транспортной техники, работающей в критических условиях

С.Р. Турсынбекова^{1*} , Б.Д. Сулеев² , Г.Е. Сиргетаева¹ , А. Забиева¹ 
А.М. Искакова³ 

¹Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана

²Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова, Караганда

³ТОО «Қарағандыэнерго саласы», Караганда

E mail: sayaramazanovna22@gmail.com

Аннотация. В данной статье рассматриваются конструктивные особенности машины для обработки колошника, а также предлагается комбинированная система охлаждения гидравлического привода, сочетающая воздушное, жидкостное охлаждение и использование хладагента R134a. Основное внимание уделено анализу существующих систем охлаждения, разработке новой конструкции и оценке ее эффективности. Предложенная система охлаждения направлена на повышение надежности и долговечности оборудования, снижение энергозатрат и улучшение экологических показателей. Исследование посвящено разработке и оптимизации системы охлаждения гидравлического привода машины для обработки колошника в металлургии. Актуальность темы обусловлена необходимостью повышения эффективности и надежности работы оборудования в условиях высоких температур и интенсивных нагрузок, характерных для металлургического производства.

Ключевые слова: машина для обработки колошника, гидравлический привод, система охлаждения, воздушный радиатор, жидкостный радиатор.

Введение

Цель исследования заключается в разработке комбинированной системы охлаждения, сочетающей воздушное, жидкостное охлаждение и использование хладагента R134a для обеспечения стабильной работы гидравлического привода. Основные направления исследования включают анализ существующих систем охлаждения, разработку новой конструкции и расчет параметров для эффективного теплообмена.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью повышения эффективности работы металлургического оборудования в условиях растущих требований к производительности и экологической безопасности. Результаты работы могут быть использованы для модернизации существующих систем охлаждения и разработки новых решений, направленных на оптимизацию процессов в металлургической промышленности.

Научная значимость исследования заключается в разработке инновационного подхода к охлаждению гидравлических систем, что расширяет теоретические знания в области теплообмена и гидравлики. Практическая ценность работы проявляется в повышении надежности и долговечности оборудования, снижении энергозатрат и улучшении экологических показателей за счет использования экологически безопасного хладагента.

Методология

Машина для обработки колошника в металлургии представляет собой важное специализированное оборудование, используемое для обеспечения эффективной работы доменных печей. Колошник, как верхняя часть доменной печи, играет ключевую роль в процессе загрузки шихтовых материалов и отвода колошниковых газов. Его правильное функционирование напрямую влияет на производительность и безопасность всего металлургического процесса. В условиях высоких температур и интенсивных нагрузок, характерных для металлургического производства, надежность и эффективность оборудования становятся критически важными.

Основной функцией машины для обработки колошника является поддержание герметичности рабочего пространства печи, обеспечение равномерной загрузки шихтовых материалов и управление процессом разгрузки расплава. Современные конструкции таких машин включают в себя сложные механизмы, такие как двухконусные загрузочные устройства и вращающиеся желоба, которые позволяют оптимизировать процесс подачи материалов и минимизировать неравномерность распределения шихты. Кроме того, в процессе доменной плавки образуется колошниковый газ, который используется как топливо, а также колошниковая пыль, которая улавливается и повторно применяется в производстве.

Одной из ключевых проблем, связанных с эксплуатацией машин для обработки колошника, является обеспечение стабильной работы гидравлического привода в условиях высоких температур и интенсивных нагрузок. Гидравлический привод,

отвечающий за подъем и опускание колошника, подвергается значительным тепловым воздействиям, что может привести к перегреву и снижению эффективности работы оборудования. В связи с этим возникает необходимость разработки эффективной системы охлаждения, способной обеспечить стабильную работу гидравлического привода в тяжелых условиях эксплуатации. Машина для обработки колошника в металлургии представляет собой специализированное оборудование, используемое для обработки колошников или заготовок в процессе металлургического производства. Общий вид машины представлен на рисунке 1.



Рисунок 1. Общий вид машины

Колошник - это верхняя часть доменной печи, через которую осуществляется загрузка шихтовых материалов и отвод доменного или колошникового газа. Основной частью колошниковой конструкции является засыпной аппарат. На большинстве доменных печей установлены двухконусные загрузочные устройства. В обычном положении оба конуса закрыты и надежно изолируют внутреннее пространство печи от атмосферы. После загрузки шихты в приемную воронку малый конус опускается, и шихта падает на большой конус. Малый конус закрывается. После того, как на большом конусе будет набрано заданное количество шихты, большой конус опускается при закрытом малом конусе, и шихта высыпается в печь. После этого большой конус закрывается. Таким образом, рабочее пространство доменной печи постоянно герметизировано.

Шихтовые материалы обычно подаются на колошник печи с одной стороны. В результате, в воронке малого конуса образуется откос. Длительная работа доменной печи с перекосом уровня шихты недопустима. Для устранения этого явления приемная воронка и малый конус сделаны вращающимися. После загрузки шихты воронка вместе с конусом поворачивается на угол кратный 60, благодаря чему после разгрузки нескольких подач неравномерность полностью устраняется.

На современных печах могут устанавливаться более сложные по конструкции засыпные аппараты. Вместо большого конуса устанавливается вращающийся желоб, угол наклона которого может регулироваться. Такая конструкция позволяет изменять

место подачи материалов по диаметру колошника.

В процессе доменной плавки образуется большое количество газа, который отводится из колошниковой части печи. Такой газ называют колошниковым. Газ содержит горючие составляющие CO и H₂ и, поэтому, используется как газообразное топливо в металлургическом производстве. Кроме того, проходя через столб шихты, газ захватывает мелкие частицы железосодержащих материалов, образуя так называемую колошниковую пыль. Пыль улавливается в специальных газоочистителях и используется как добавка к шихте при агломерации или получении окатышей.

Обработка в печи: внутри печи руда подвергается термической обработке при высоких температурах. Это может включать в себя процессы плавления, варки или другие тепловые реакции, необходимые для извлечения металлов из руды и превращения их в металлический расплав. Машина для обработки колошника может быть вовлечена в поддержание определенной конфигурации колошника внутри печи для оптимизации процесса обработки.

Разгрузка печи: после завершения обработки руда превращается в расплав, который затем нужно извлечь из печи. Машина для обработки колошника может использоваться для управления процессом извлечения колошника из печи и его перемещения на следующий этап производственного процесса.

Очистка и обслуживание: после завершения цикла обработки руды в печи машина для обработки колошника может также использоваться для очистки печи от остатков руды или металлических отложений и для обслуживания печи перед следующим циклом.

В целом, машина для обработки колошника рудно-термической печи играет важную роль в обеспечении эффективного и безопасного процесса обработки руды и извлечения металлических компонентов.

Машина для обработки колошника печи в металлургии может иметь различные конструктивные особенности, в зависимости от типа печи и требований процесса. Однако, в общем, такая машина включает в себя несколько ключевых элементов:

Каркас и конструкция машины изготавливается из прочных металлических профилей, способных выдерживать высокие температуры внутри печи. Конструкция должна быть устойчивой и надежной.



Рисунок 2. Каркас машины

Механизм подъема и опускания отвечает за подъем и опускание колошника внутри печи. Он может быть оснащен гидравлическим или механическим приводом для управления движением колошника.



Рисунок 3. Механизмы машины

Для защиты от высоких температур и опасных условий внутри печи машина должна быть оснащена соответствующими защитными элементами, которые оснащены огнестойкими обшивками или кожухами.

В случае необходимости машина может быть оснащена системой охлаждения для предотвращения перегрева при работе в условиях высоких температур.

Для контроля движения и функционирования машины может быть использована специализированная управляющая система, которая обеспечивает автоматизацию и безопасность процесса работы.

В зависимости от конкретных требований процесса обработки руды, машина может быть оснащена различными специализированными инструментами или приспособлениями для обработки колошника внутри печи.

Это основные элементы, которые могут присутствовать в устройстве машины для обработки колошника печи в металлургии. Конкретное устройство может различаться в зависимости от типа и размеров печи, а также от конкретных требований производства.

Для начала рассмотрим общий вид гидравлического привода машины (рисунок 4).

Как видно из рисунка 4 на схеме отсутствуют элементы системы охлаждения, которые бы обеспечивали охлаждение машины, учитывая это и выводы из расчета основных показателей и рекомендации по устройству системы охлаждения предлагается разработка комбинированной системы.

Комбинированная система охлаждения гидравлического привода состоит из нескольких основных компонентов, включая:

- Воздушный радиатор, который служит для охлаждения гидравлической жидкости с помощью воздушного потока. Он обычно устанавливается на технике, где доступен достаточный объем воздуха для охлаждения. Воздушный радиатор представляет собой систему трубок и рёбер, через которые проходит гидравлическая жидкость. При прохождении воздушного потока через рёбра радиатора происходит отвод тепла от жидкости.

- Жидкостный радиатор применяется для охлаждения гидравлической жидкости, однако здесь тепло отводится с помощью жидкости, чаще всего воды или антифриза. Его обычно устанавливают в случаях, когда воздушное охлаждение не справляется, например, при экстремально высоких температурах или значительных тепловых нагрузках.
- Кондиционирование хладагентом R134a. Для улучшения эффективности охлаждения иногда используется хладагент, такой как R134a. Этот хладагент циркулирует в системе и применяется для передачи тепла от гидравлической жидкости к окружающей среде, улучшая тепловое равновесие в системе охлаждения.
- Насосы и вентиляторы. Комбинированная система охлаждения обычно включает в себя насосы и вентиляторы для циркуляции гидравлической жидкости и воздушного потока через радиаторы соответственно. Насосы подают жидкость к радиаторам, а вентиляторы обеспечивают воздушный поток через воздушный радиатор.

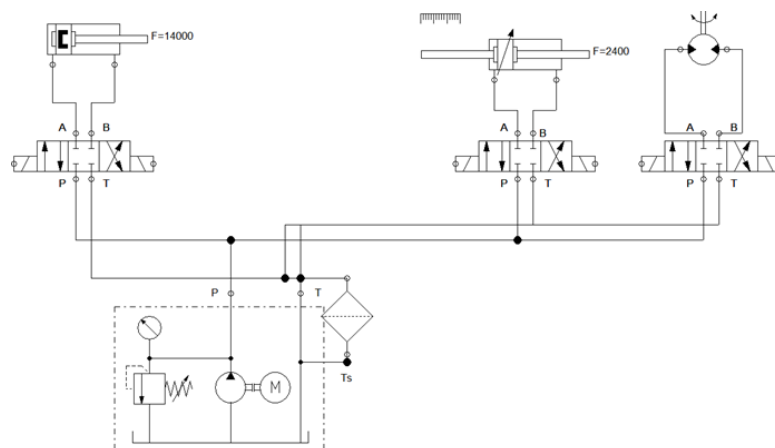


Рисунок 4. Общий вид гидравлического привода

Таким образом общий вид предлагаемой комбинированной системы охлаждения будет следующим (рисунок 5).

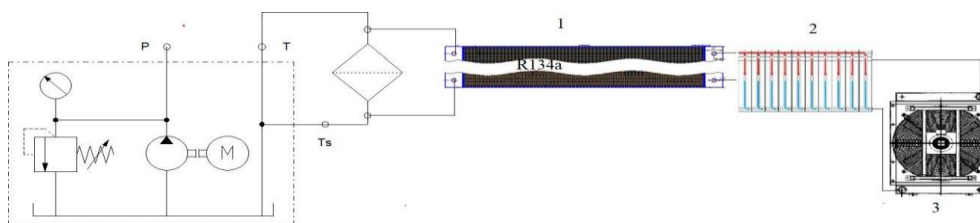


Рисунок 5. Общий вид комбинированной системы охлаждения
1 – система с хладагентом R134a; 2 – жидкостный радиатор;
3 – воздушный радиатор

Принцип работы комбинированной системы охлаждения основан на передаче тепла от гидравлической жидкости к окружающей среде через различные элементы охлаждения. Процесс охлаждения можно разделить на несколько этапов:

Охлаждение воздушным радиатором

Первым рассмотрим охлаждение воздушным радиатором так как этот способ является самым простым в комбинированной системе. Принцип работы данного вида охлаждения стандартный как на всех видах техники. Гидравлическая жидкость циркулирует через воздушный радиатор, где она охлаждается за счёт контакта с воздушным потоком. Тепло от гидравлической жидкости передаётся воздуху и уносится в окружающую среду.

Полагаем что данный вид охлаждения гидравлической системы не требует детального описания ее работы так как она работает практически на всех видах оборудования. Ссылаясь на опыт инженеров работающих в области эксплуатации оборудования где используются гидравлические системы выявлено что необходимо обратить особое внимание на некоторые параметры и характеристики узлов и деталей системы. Таким образом хотим дать некоторый акцент на радиатор который применяется в системе охлаждения, так как радиатор является одним из главных участников охлаждения гидравлической жидкости в системе. В первую очередь для эффективного отвода тепла от гидравлической жидкости радиатор должен иметь достаточную площадь поверхности. Хорошая теплоотдача обеспечивает оптимальное охлаждение системы при различных режимах работы и нагрузках. Также радиатор должен иметь достаточно большой воздушный проход для обеспечения свободного потока воздуха через его рёбра. Это позволяет предотвратить перегрев радиатора и обеспечить эффективное охлаждение гидравлической жидкости.

Также можно добавить, что конструкция радиатора должна быть достаточно прочной и надёжной, чтобы выдерживать воздействие вибраций, ударов и других внешних нагрузок в условиях эксплуатации. Это важно для обеспечения долговечности и надёжности работы системы охлаждения. При изготовлении радиатора необходимо применять материалы устойчивые к коррозии. По данным эксплуатирующих предприятий не мало простев приходится не выход из строя радиатора из за несоответствий качества материала из которого он был изготовлен. В тоже время радиатор должен быть изготовлен из экологически безопасных материалов и не содержать вредных веществ, которые могут загрязнять окружающую среду при эксплуатации и утилизации. Немало важно и то что радиатор должен быть сконструирован с учётом удобства монтажа и обслуживания. Это включает в себя правильное размещение крепёжных элементов, лёгкий доступ к присоединительным точкам и элементам радиатора для проведения технического обслуживания. Так как оборудование должно быть не сложным в обслуживаний и не требовало специальных средств и оснастки при выполнении ремонтных или монтажных работах. Удобство обслуживания и замены позволяет легко проводить обслуживание, чистку и замену в случае необходимости, что обеспечивает удобство в эксплуатации и продлевает срок службы всей системы охлаждения. Эффективность охлаждения является основным показателем системы охлаждения в целом, поэтому радиатор должен обеспечивать высокую эффективность охлаждения при минимальном сопротивлении воздушному потоку. Это позволяет снизить энергопотребление вентиляторов и повысить общую эффективность системы охлаждения.

Охлаждение жидкостным радиатором

Следующий вид охлаждения который будем далее разъяснять и который применяется в комбинированной системе это охлаждение жидкостным радиатором. Если охлаждение воздушным радиатором недостаточно эффективно, гидравлическая жидкость направляется в жидкостный радиатор. Здесь тепло от жидкости передаётся циркулирующей воде или антифризу, который охлаждается в результате контакта с более прохладной окружающей средой или с помощью вентиляторов. Данный вид охлаждения также широко применяется в производстве. К примеру в горнорудном производстве в частности на обогатительных фабриках довольно эффективно показал себя именно этот вид охлаждения, на дробилках и мельницах и в других оборудовании используется данный тип теплообмена. В чем значительное отличие от охлаждения воздушным радиатором так это возможность работы в более сложных условиях. Практика на данных предприятиях показывает, что охлаждение жидкостным радиатором позволяет снизить температуру рабочей жидкости от 6 до 10 градусов в зависимости от типа самого теплообменника, и стабилизирует температуры в рабочих пределах. Основываясь вышеуказанными аналитическими данными смеем с полной уверенностью полагать что охлаждение жидкостным радиатором является одним из эффективных систем. Но также как и в предыдущей системе для лучшей работоспособности системы в целом считаем целесообразным обозначения ряда требований к самому радиатору:

Теплоотдача: Радиатор должен обеспечивать эффективное удаление тепла из гидравлической жидкости. Он должен иметь достаточно большую площадь поверхности для эффективного теплообмена с окружающей средой.

Пропускная способность: Радиатор должен иметь достаточно большой диаметр трубок и пространство между ними для свободного протекания охлаждающей жидкости. Это обеспечивает низкое гидравлическое сопротивление и свободный поток охлаждающей жидкости через радиатор.

Прочность и надежность: Радиатор должен быть изготовлен из высококачественных материалов, обеспечивающих высокую прочность и долговечность. Он должен выдерживать давление жидкости и внешние механические воздействия в условиях эксплуатации.

Коррозионная стойкость: Радиатор должен быть устойчив к коррозии, особенно если используется вода или другие агрессивные жидкости в качестве охлаждающей среды. Это обеспечивает долгий срок службы и надежную работу радиатора.

Эффективность охлаждения: Радиатор должен обеспечивать высокую эффективность охлаждения при различных условиях эксплуатации и нагрузках. Он должен эффективно удалять тепло из гидравлической жидкости и поддерживать стабильную температуру работы системы.

Эргономика и удобство монтажа: Радиатор должен иметь удобную конструкцию для монтажа и обслуживания. Он должен быть легким в установке и иметь удобный доступ к присоединительным точкам для соединения с системой охлаждения.

Универсальность и совместимость: Радиатор должен быть универсальным и совместимым с различными моделями гидравлических приводов и других систем, чтобы обеспечивать широкий спектр применения.

Экологическая безопасность: Радиатор должен быть изготовлен из экологически безопасных материалов и не содержать вредных веществ, которые могут загрязнять окружающую среду при эксплуатации и утилизации.

Эстетический вид: В зависимости от конкретного применения и условий эксплуатации, радиатор может также предъявлять требования к внешнему виду, например, для соответствия дизайну и

эстетическому облику техники.

Охлаждение хладагентом R134a

В современном мире когда экономическое развитие того или иного региона напрямую зависит от производства, и промышленные мощности и объемы добычи, переработки ресурсов возрастают с каждым днем, возникают все новые требования к технологическим методам и к применяемым оборудованьям. Перед оборудованием и техникой ставятся все новые задачи в за частую выполнение которых без улучшения и модернизаций практически невозможно. Вышеупомянутые виды охлаждения показали свою эффективность в тех условиях на которые они рассчитаны, но в условиях экстремально высоких температурах и нагрузках они малоэффективны. В таких случаях может использоваться третий дополнительный вид системы охлаждения, охлаждение хладагентом R134a, и далее будет разъяснен принцип работы данной системы. Дополнительное охлаждение может быть обеспечено за счёт циркуляции хладагента R134a в системе. Хладагент поглощает тепло от гидравлической жидкости и передает его в испаритель, где происходит испарение хладагента. В результате этого процесса тепло поглощается из окружающей среды и передается хладагенту. Затем пар хладагента подается в компрессор, где он сжимается, повышая свою температуру и давление. Сжатый пар поступает в конденсатор, где тепло отдается окружающей среде, и хладагент конденсируется обратно в жидкое состояние. Жидкий хладагент затем пройдет через расширительный клапан и снова попадет в испаритель для повторения цикла. Необходимо соблюсти все требования к системе для ее правильной и эффективной работы. Система должна обеспечивать эффективное охлаждение гидравлического привода, поддерживая его работу при оптимальной температуре даже при высоких нагрузках и в различных условиях эксплуатации. В ту же очередь она должна быть надежной и стабильной, чтобы обеспечить непрерывную работу гидравлического привода без сбоев и перебоев в работе системы охлаждения. Именно хладагент R134a выбран в силу своих экологически безопасных свойств, и система рассчитана на работу на этом хладагенте. Все компоненты системы должны быть совместимы с хладагентом R134a и обладать высокой стойкостью к коррозии и окружающей среде, чтобы обеспечить долгий срок службы и надежную работу системы. Также очень важно и то что система должна иметь эффективное управление и контроль, позволяющее поддерживать заданные параметры охлаждения и автоматически реагировать на изменения в условиях эксплуатации. Легкость в обслуживании, что включает в себя простоту доступа к компонентам, удобство проведения технического обслуживания и возможность быстрой замены компонентов в случае необходимости является ключевым моментом в вопросах обслуживания. Система должна быть безопасной в эксплуатации, обеспечивая надежную защиту от возможных аварийных ситуаций, утечек и других непредвиденных обстоятельств. Учитывая эти требования, система охлаждения с использованием хладагента R134a должна быть спроектирована и реализована с учетом всех аспектов эффективности, надежности, экологической безопасности и безопасности в эксплуатации. Таким образом, в комбинированной системе охлаждения гидравлического привода воздушные и жидкостные радиаторы используются для охлаждения гидравлической жидкости, а хладагент R134a применяется для дополнительного охлаждения с целью повышения эффективности системы. Каждый компонент системы выполняет свою функцию в передаче тепла от гидравлической жидкости к окружающей среде, обеспечивая надежное и эффективное охлаждение

гидравлического привода. Использование комбинации различных элементов охлаждения позволяет достичь высокой эффективности охлаждения гидравлического привода даже в условиях высокой тепловой нагрузки. Комбинированная система охлаждения обеспечивает гибкость в выборе методов охлаждения в зависимости от конкретных условий эксплуатации и требований к системе. Использование нескольких элементов охлаждения повышает надежность системы, так как это позволяет компенсировать возможные сбои или неполадки в работе одного из элементов. Применение хладагента R134a делает систему более универсальной и адаптивной к различным условиям эксплуатации и требованиям к охлаждению. Рассчитаем необходимое количество рабочего тела для применения комбинированной системы, начнем с воздушного охлаждения предварительно разделив в соотношении 2/5 воздух, 2/5 охлаждающая жидкость, 1/5 хладагент:

$$m = \frac{Q}{c \rho \Delta T} = \frac{20231}{1005 \cdot 238} = 0,085 \text{ кг/сек}$$

$$V_{\text{воздух}} = 0,085 \cdot 1,225 = 0,104 \text{ м}^3/\text{сек или } 374 \text{ м}^3/\text{час}$$

$$V_{\text{ож}} = \frac{Q}{\rho \cdot c \Delta T} = \frac{20231}{1000 \cdot 1,4 \cdot 238} = 0,061 = 61 \text{ литр};$$

$$V_{\text{хлад}} = \frac{Q}{\rho \cdot c \cdot \Delta T} = \frac{10117}{1188 \cdot 1,51 \cdot 238} = 0,024 = 24 \text{ литра}$$

Комбинированные системы охлаждения гидравлического привода, включающие в себя воздушные и жидкостные радиаторы, а также использование хладагента R134a, представляют собой эффективное и надежное решение для обеспечения нормальной работы гидравлических систем в различных промышленных и технических приложениях. Эти системы обеспечивают эффективное охлаждение гидравлического привода и повышают его производительность и надежность в условиях эксплуатации.

Результаты и Обсуждение

Проведенное исследование показало, что существующие системы охлаждения гидравлического привода не всегда удовлетворяют требованиям по эффективности и надежности, особенно в условиях высокого расхода рабочего тела. В связи с этим была предложена комбинированная система охлаждения, сочетающая воздушное, жидкостное охлаждение и использование хладагента R134a. Такая система позволяет достичь высокой эффективности теплообмена, обеспечивая стабильную работу гидравлического привода даже в условиях экстремальных температур и нагрузок.

Основные преимущества комбинированной системы охлаждения включают

- Эффективность: Использование нескольких методов охлаждения позволяет достичь оптимального теплообмена и предотвратить перегрев системы;
- Гибкость: Система адаптируется к различным условиям эксплуатации, что делает ее универсальной для применения в различных типах печей;

- Надежность: Комбинация нескольких элементов охлаждения повышает отказоустойчивость системы, обеспечивая ее стабильную работу даже в случае частичного выхода из строя одного из компонентов;
- Экологическая безопасность: Использование хладагента R134a, обладающего низким воздействием на окружающую среду, делает систему более экологически чистой.

Расчеты показали, что для эффективной работы комбинированной системы требуется определенное количество рабочего тела: 374 м³/час воздуха, 61 литр охлаждающей жидкости и 24 литра хладагента. Это позволяет обеспечить оптимальный баланс между эффективностью охлаждения и энергозатратами.

Исследование вносит значительный вклад в развитие методов охлаждения гидравлических систем, предлагая новый подход к проектированию и эксплуатации оборудования в металлургии. Работа способствует улучшению технологических процессов и снижению эксплуатационных затрат.

Результаты исследования могут быть применены в металлургической промышленности для модернизации существующих систем охлаждения, что приведет к повышению производительности оборудования, снижению затрат на обслуживание и улучшению экологических показателей.

Заключение

В статье рассматривается важная проблема повышения эффективности охлаждения гидравлического привода машины для обработки колошника в металлургии, работающей в условиях высоких температур и нагрузок.

Разработана комбинированная система охлаждения, сочетающая воздушное, жидкостное охлаждение и хладагент R134a, что повышает надежность и энергоэффективность оборудования.

Анализ показал, что традиционные системы охлаждения не обеспечивают достаточной эффективности из-за высокого расхода рабочего тела и перегрева гидравлического привода.

Результаты исследования могут быть использованы для модернизации металлургического оборудования, что приведет к:

-Модернизации существующих металлургических установок.

-Повышения срока службы гидравлических систем.

-Снижения эксплуатационных затрат за счет уменьшения перегрева и энергопотребления.

-Улучшению экологических показателей производства.

Предложенная комбинированная система охлаждения демонстрирует высокую эффективность и может быть успешно внедрена в металлургической промышленности для повышения надежности и энергоэффективности гидравлических приводов, работающих в экстремальных условиях.

Вклад авторов

С.Р. Турсынбекова: автор идеи, разработала общую концепцию исследования, разработала

концепцию комбинированной системы охлаждения, а также руководила процессом написания статьи.

Б.Д.Сулеев: исследовал конструктивные особенности машины для обработки колошника, проанализировал тепловые нагрузки и предложил оптимальную конфигурацию охлаждающих элементов.

Г.Е. Сиргетаева: А. Забиева провела анализ существующих решений и выполнила расчеты эффективности предложенной системы.

А.М. Исакова: оценила экологические и энергетические аспекты использования хладагента R134a, провела сравнительный анализ различных методов охлаждения и сформулировала практические рекомендации.

Список литературы

1. Система жидкостного охлаждения статоров электрических машин // Патент РФ № 2009144368/07, 01.12.2009, МПК Н02К 9/19 // Иванова Татьяна Васильевна, Лабутин Анатолий Анатольевич, Сайфутдинов Руслан Фаритович.
2. Эжекторная система масляного охлаждения для вспомогательного авиационного двигателя // Патент РФ № 97108163/28 МПК В64D 33/08 / Даймлер Бенц Аэроспейс
3. Рылякин, Е. Г. Подогрев масла в гидросистеме / Е. Г. Рылякин // Сельский механизатор. – 2014. – № 8. С. 38–40. 6.
4. Курылев, А. В. Система регулирования температуры рабочей жидкости в гидроприводе транспортно-технологических машин / А. В. Курылев, Е. Г. Рылякин // Мир транспорта и технологических машин. – 2014. – № 3 (46). – Июль– сентябрь. – С. 89–96. 7.
5. Пат. 2236615 Российская Федерация, МПК7 F 15 В 21/04 А. Система регулирования температуры рабочей жидкости в гидроприводе / П. А. Власов, Е. Г. Рылякин ; заявитель и патентообладатель Пензенская государственная сельскохозяйственная академия. – № 2003118925/06 ; заявл. 23.06.03 ; опубл. 20.09.04, Бюл. № 26. – 6 с.
6. Власов, П. А. Теоретическое обоснование терморегулирования рабочей жидкости в гидросистеме / П. А. Власов, Е. Г. Рылякин // Нива Поволжья. – 2008. – № 1 (6). С. 25–29.
7. Чебунин А.Ф. Гидропривод транспортных и технологических машин: учеб. пособие /А.Ф. Чебунин. – 2-е изд., испр. – Чита: ЗабГУ, 2012. - 135 с.
8. Воронин В. П., Танасов Е. Н., учебное пособие для курсантов судомеханического отделения морской школы рыбной промышленности по специальности» Эксплуатация судовых электростанций", Одесса, 2010, 265 С.
9. Электронный ресурс: <https://po-stroika.ru/xarakteristiki-dizelnogo-dvigatelya-gaz-s-vozdušnym-oxlazdeniem/>
10. Электронный ресурс: <https://po-stroika.ru/xarakteristiki-dizelnogo-dvigatelya-gaz-s-vozdušnym-oxlazdeniem/>.

**С.Р. Турсынбекова¹, Б.Д. Сулеев², Г.Е. Сиргетаева¹,
А.Забиева¹, А.М. Исакова³**

¹ *Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана*

² *Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті, Қарағанды*

³ *ЖШС «Қарағандыэнерго саласы», Қарағанды*

**Жоғары температурада жұмыс істейтін көлік техникасының
көлік техникасының гидравликалық жетегінің салқындату жүйесінің жұмыс
тиімділігін жоғарылату**

Аңдатпа. Бұл мақалада колошникті өңдеуге арналған машинаның құрылымдық ерекшеліктері қаралады, сондай-ақ ауамен, сұйықтықпен салқындатуды және R134a салқындату агентін пайдалануды үйлестіретін гидравликалық жетекті салқындатудың құрамдастырылған жүйесі ұсынылады. Басты назар қолданыстағы салқындату жүйелерін талдауға, жаңа құрылымды әзірлеуге және оның тиімділігін бағалауға аударылды. Ұсынылған салқындату жүйесі жабдықтың сенімділігі мен ұзақ мерзімін арттыруға, энергия шығындарын азайтуға және экологиялық көрсеткіштерді жақсартуға бағытталған. Зерттеу металлургияда колошникті өңдеуге арналған машинаның гидравликалық жетегінің салқындату жүйесін әзірлеуге және оңтайландыруға арналған. Тақырыптың өзектілігі металлургия өндірісіне жоғары температуралар мен қарқынды жүктемелер жағдайында жабдық жұмысының тиімділігі мен сенімділігін арттыру қажеттілігіне негізделген.

Түйін сөздер: колошникті өңдеуге арналған машина, гидравликалық жетек, салқындату жүйесі, ауа радиаторы

**S.R. Tursynbekova¹, Suleev B.D.², G.E. Sirgetaeva¹,
A.Zabiyeva¹, A.M. Iskakova³**

¹ *Eurasian National University named after L. N. Gumilyov, Astana*

² *Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov, Karaganda*

³ *Karagandyenergo Salasy LLP, Karaganda*

**Improving the efficiency of the hydraulic drive cooling system
of vehicles operating in critical conditions**

Abstract. This article discusses the design features of the blast furnace machine, and also proposes a combined hydraulic drive cooling system that combines air, liquid cooling and the use of R134a coolant. The focus is on analyzing existing cooling systems, developing a new design and evaluating its effectiveness. Proposed cooling system is aimed at improvement of reliability and durability of equipment, reduction of power consumption and improvement of ecological indices. The study is devoted to the development and optimization of the cooling system of the hydraulic drive of the machine for processing blast furnace in metallurgy. The relevance of the topic is due to the need to increase the efficiency and reliability of equipment in conditions of high temperatures and intense loads characteristic of metallurgical production.

Key words: blast furnace processing machine, hydraulic drive, cooling system, air radiator, liquid radiator, R134a coolant, metallurgy, heat exchange, cooling efficiency, reliability of equipment.

References

1. Liquid cooling system for stators of electric machines//Patent of the Russian Federation No. 2009144368/07, 01.12.2009, MPK H02K 9/19//Ivanova Tatyana Vasilievna, Labutin Anatoly Anatolyevich, Sayfutdinov Ruslan Faritovich.
2. Ejector oil cooling system for auxiliary aircraft engine//Russian Patent No. 97108163/28 MPK B64D 33/08/Daimler Benz Aerospace
3. Rylyakin, E. G. Oil heating in the hydraulic system/E. G. Rylyakin//Rural machine operator. – 2014. – № 8. S. 38-40. 6.
4. Kurylev, A. V. System for regulating the temperature of the working fluid in the hydraulic drive of transport and technological machines/A. V. Kurylev, E. G. Rylyakin//World of transport and technological machines. – 2014. – № 3 (46). - July-Sept. - S. 89-96. 7.
5. Pat. 2236615 Russian Federation, MPK7 F 15 B 21/04 A. Hydraulic fluid temperature control system/P. A. Vlasov, E. G. Rylyakin; applicant and patent holder Penza State Agricultural Academy. – № 2003118925/06 ; declared. 23.06.03 ; publ. 20.09.04, Bul. № 26. - 6 s.
6. Vlasov, P. A. Theoretical justification of temperature control of the working fluid in the hydraulic system/P. A. Vlasov, E. G. Rylyakin//Niva of the Volga region. – 2008. – № 1 (6). S. 25-29.
7. Chebunin A.F. Hydraulic drive of transport and technological machines: tutory. manual/A.F. Chebunin. - 2nd ed., Isp. - Chita: ZabSU, 2012. - 135 s.
8. Voronin V.P., Tanasov E.N., training manual for cadets of the ship-mechanical department of the marine school of the fishing industry, specialty "Operation of ship power plants," Odessa, 2010, 265 S.
9. Electronic resource: <https://po-stroika.ru/xarakteristiki-dizelnogo-dvigatelya-gaz-s-vozdušnym-oxlazdeniem/>
10. Electronic resource: <https://po-stroika.ru/xarakteristiki-dizelnogo-dvigatelya-gaz-s-vozdušnym-oxlazdeniem/>.

Сведения об авторах:

Турсынбекова С.Р. – автор для корреспонденции, магистр технических наук, преподаватель Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева, ул. Кажымукана, 13, 10000, Астана, Казахстан.

Сулеев Б.Д. - доктор PhD, ассоциированный профессор Карагандинского технического университета имени А. Сагинова, ул. Н.Назарбаева, 56, 100016, Караганда, Казахстан.

Сиргетаева Г.Е. - доктор PhD, и.о.доцента Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева, ул. Кажымукана, 13, 10000, Астана, Казахстан.

Искакова А.М. - магистр технических наук, инженер ТОО «Қарағандыэнерго саласы», ул. Муканова, 59, 100016, Караганда, Казахстан.

А.Забиева- кандидат техничеких наук, ассоциированный профессор Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева, ул. Кажымукана, 13, 10000, Астана, Казахстан.

Tursynbekova S.R. - author for correspondence, master of technical sciences, teacher of the Eurasian National University named after L.N. Gumilyov, st. Kazhymukan, 13, 10000, Astana, Kazakhstan.

Suleev B.D. - Doctor PhD, Associate Professor, Karaganda Technical University named after A. Saginov, str., N. Nazarbayev, 56, 100016, Karaganda, Kazakhstan.

G.E. Sirgetaeva - PhD, Professor, Eurasian National University named after L.N. Gumilyov, Kazhymukan str., 13, 10000, Astana, Kazakhstan.

Iskakova A.M. - Master of Technical Sciences, engineer of Karagandyenergo Salasy LLP, st. Mukanova, 59, 100016, Karaganda, Kazakhstan.

A Zabiyeveva- candidate of technical sciences, associate professor of the Eurasian National University named after L.N. Gumilyov, st. Kazhymukan, 13, 10000, Astana, Kazakhstan.

Турсынбекова С.Р. - хат-хабар авторы, техникалық ғылымдар магистрі, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің оқытушысы, Қажымұқан көшесі, 13, 10000, Астана, Қазақстан.

Сулеев Б.Д. - PhD доктор, А.Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университетінің қауымдастырылған профессоры, Н. Назарбаев көшесі, 56, 100016, Қарағанды, Қазақстан.

Сиргетаева Г.Е. - PhD доктор, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің доцентінің м.а., Қажымұқан көшесі, 13, 10000, Астана, Қазақстан.

Исакова А.М. - техника ғылымдарының магистрі, «Қарағандыэнерго саласы» ЖШС инженері, Мұқанов көшесі, 59, 100016, Қарағанды, Қазақстан.

А.Забиева- техникалық ғылымдар кандидаты, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің қауымдастырылған профессор, Қажымұқан көшесі, 13, 10000, Астана, Қазақстан.

