

В.А.Сидоров, канд. техн. наук, доц.,
Е.В. Ошовская, канд. техн. наук, доц.,
А.Н. Ерошенко, студентка,
Донецкий национальный технический университет

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОТКАЗНОСТИ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ЛЕТУЧИХ НОЖНИЦ

Рассмотрены факторы, влияющие на качество поверхности реза непрерывнолитой заготовки при использовании гидравлических летучих ножниц. Приведены основные виды и причины неисправностей ножниц. Представлены результаты контроля технического состояния гидропривода при измерении его температуры. Предложен вариант реконструкции гидропривода ножниц, обеспечивающий повышение их безотказности и качества реза.

Ключевые слова: МНЛЗ, заготовка, ножницы гидравлические, гидроцилиндр, температура, безотказность

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.

Одной из заключительных операций производства непрерывнолитой заготовки на МНЛЗ является порезка на мерные длины. При этом, качество готовой продукции определяется и качеством поверхности реза. Форма и внешний вид поверхности обусловлены как способом резки, так и техническим состоянием оборудования, реализующего технологическую операцию. Поэтому, оценка работоспособности и обеспечение безотказной работы оборудования для порезки непрерывнолитой заготовки представляет практический интерес при рассмотрении вопроса о повышении качества продукции.

Анализ исследований и публикаций. Технологическая задача порезки непрерывнолитой заготовки сортовых МНЛЗ имеет два принципиально различных решения: огневая порезка (рисунок 1а) и механическая порезка при помощи летучих гидравлических ножниц (рисунок 1б) [1]. Данные способы различаются используемым оборудованием и методами обеспечения безотказности технологического процесса, обладают достоинствами и недостатками.

Огневая резка осуществляется либо тепловым воздействием на разрезаемую заготовку, при этом основным процессом удаления металла из полости реза является выплавление, либо с помощью химической реакции сжигания металла, при этом технически чистый кислород сжигает металл и переводит его в окислы, которые и

удаляются из полости реза. Достоинством огневой резки является хорошее качество поверхности реза (рисунок 2), а недостатками – время, за которое проводится операция, и значительные потери металла, превращающегося в месте резки в окалину. Например, порезка заготовки сечением 150×150 мм осуществляется за 90 с, что требует перемещения тележки газорезки на расстояние до 5 м (при скорости разливки 3...4 м/мин.) с последующим возвращением. Это увеличивает время работы механизма и ограничивает производительность МНЛЗ при разливке малых сечений.



а



б

Рисунок 1 – Порезка непрерывно литой заготовки на сортовых МНЛЗ: а) огневая резка; б) порезка при помощи ножниц



Рисунок 2 – Качество поверхности реза при огневой порезке заготовки

Порезка заготовки при помощи летучих гидравлических ножниц реализуется путём использования прямых (рисунок 3а) или шевронных (рисунок 3б) ножей.

Преимуществами механической порезки заготовки являются: 1) высокая скорость реза и, соответственно, малая длительность, значение которой значительно ниже, чем при газовой резке, что позволяет уменьшить габариты МНЛЗ; 2) высокая точность порезки – 0,5...2,0 мм; 3) высокое качество реза (отсутствие обгорелой кромки, окалины, ровные края), что позволяет отказаться от дополнительной

механической обработки; 4) минимальные потери металла. К недостатку использования гидравлических летучих ножниц следует отнести расположение достаточно сложного гидравлического оборудования возле раскалённой поверхности металла, что устраняется путём применения дополнительного охлаждения и тепловой защиты конструкций.



а



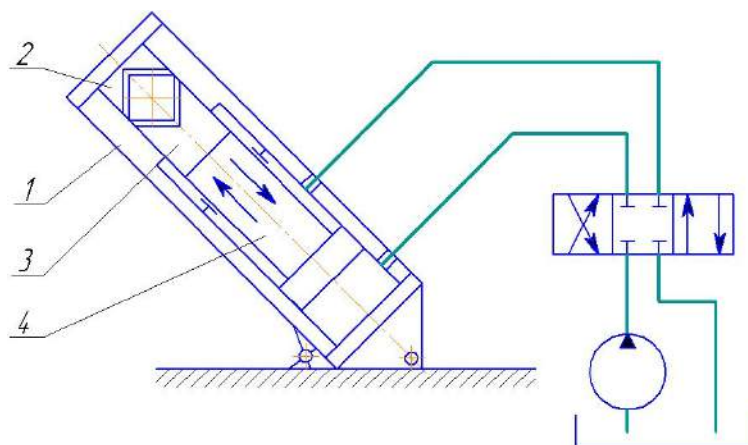
б

Рисунок 3 – Летучие гидравлические ножницы:
а) с прямыми ножами; б) с шевронными ножами

При применении ножниц с прямыми ножами возникает перемещение заготовки во время порезки, поэтому для обеспечения качественной поверхности реза в конструкции используют два гидроцилиндра: основного реза и прижима. Однако, при порезке заготовки с низкой температурой может происходить деформация разрезаемого сечения (рисунок 4), что снижает качество готовой продукции. Данный недостаток устраняется при использовании летучих гидравлических ножниц с шевронными ножами, схема которых приведена на рисунке 5.



Рисунок 4 – Качество поверхности реза заготовки с низкой температурой при использовании ножниц с прямыми ножами



1 – корпус; 2 – верхний неподвижный нож;
 3 – нижний подвижный нож, 4 – гидроцилиндр
 Рисунок 5 – Схема гидравлических летучих ножниц
 с шевронными ножами

Следует отметить, что качество реза и работоспособность летучих ножниц во многом обусловлена функционированием их гидропривода. Данные промышленных исследований и результаты анализа отказов аналогичного гидравлического оборудования, работающего в зоне высоких температур – гидроцилиндров привода холодильника МНЛЗ [2], позволил выявить основные факторы, влияющие на безотказную работу гидропривода и сохранение функциональных параметров в пределах проектных значений.

Основным и наиболее частым видом нарушения режима работы гидропривода является наличие утечек разнообразного происхождения. К ним относятся утечки, связанные с трещинами маслопроводов (брак при изготовлении), некачественным обвариванием трещин, неудовлетворительной затяжкой фланцевых соединений, обрывами рукавов и т.д. Причинами утечек выступают использование некачественных уплотнений и перепады давления рабочей жидкости в системе гидропривода, которые вызываются загрязнением фильтроэлементов на различных участках и их несвоевременной заменой.

Необходимость устранения указанных факторов подтверждается и рядом изобретений [3, 4], направленных на улучшение конструкции гидропривода летучих ножниц.

Постановка задачи.

Таким образом, для обеспечения безотказной работы летучих ножниц и достижения высокого качества поверхности реза непрерывнолитой заготовки необходимо рассмотрение вопросов о контро-

ле технического состояния и совершенствовании конструкции гидропривода. В статье предложен вариант решения данной задачи.

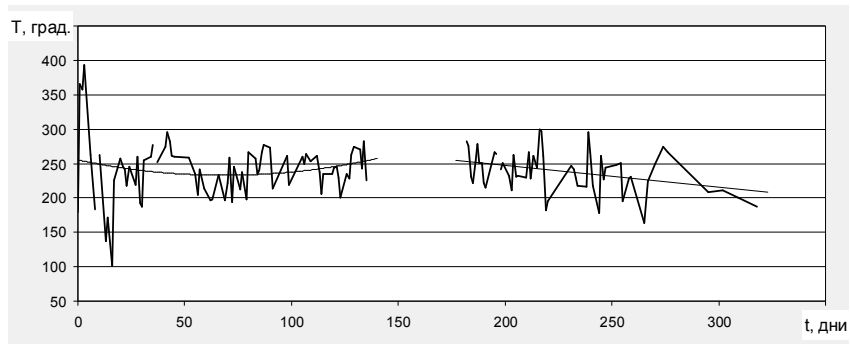
Изложение материала и результаты.

Для контроля за техническим состоянием гидропривода летучих ножниц был выбран метод термометрии, с помощью которого выполнялись измерения на корпусе гидроцилиндра. Кроме того проводились измерения температуры заготовки на поверхности реза. Измерения выполнялись в течение года на двух 6-тиручьевых МНЛЗ. Анализ измерений позволил установить следующие факты.

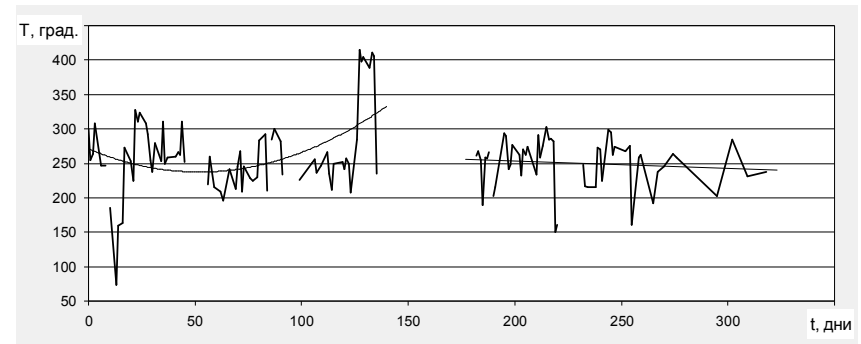
Средняя температура заготовки для шести ручьев МНЛЗ №1 находилась в диапазоне 973...1034 °С, а для МНЛЗ №2 – 976...1040 °С, при коэффициенте вариации 0,04...0,05, что свидетельствует о высокой стабильности технологического процесса. При этом изменение температуры корпуса гидроцилиндров имело несколько иные тенденции (рисунки 6–7).

Отмечено, что изменение температуры гидропривода в первой и второй половине года различно. Во второй половине года для обеих МНЛЗ наблюдается тенденция снижения температуры гидроцилиндра ножниц на всех ручьях. Хотя в первой половине года зафиксированы тенденции повышения и снижения температур для разных ручьев при наличии отдельных экстремумов в весенний период. Изменение температуры гидроцилиндров носит нестабильный характер, отмечаются резкие скачки. Установлено некоторое подобие в изменении температуры для гидроцилиндров ножниц, работающих на ручьях №1 и 6, №2 и 5, №3 и 4. Эти ручьи расположены симметрично относительно технологической оси МНЛЗ.

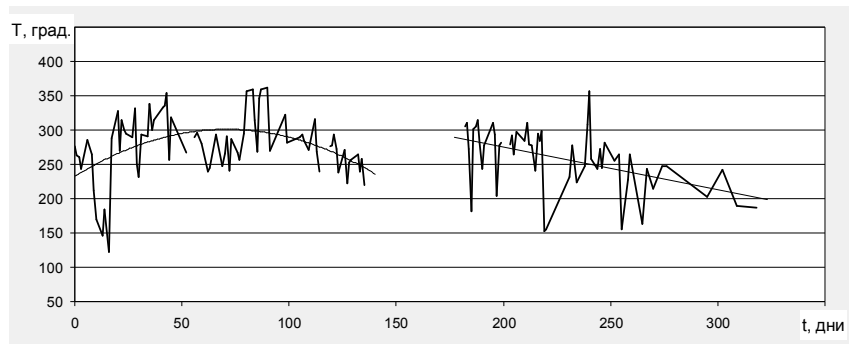
Количественные оценки результатов измерения температуры корпусов гидроцилиндров, полученные статистической обработкой данных, приведены в таблицах 1–2. Видно, что в первой половине года температура гидропривода характеризовалась более высокими средними значениями (на 15...20 °С выше), чем во второй половине, и большими значениями коэффициентов вариации (0,22...0,16). Более стабильные процессы отмечаются на «внутренних» ручьях №2–№5, температура на крайних ручьях №1 и 6 менее однородна, что объясняется влиянием окружающей среды на явление теплообмена. Это характерно для обеих МНЛЗ.



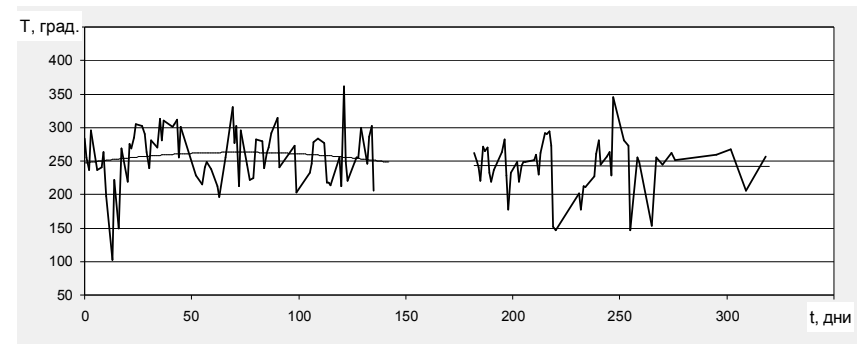
а



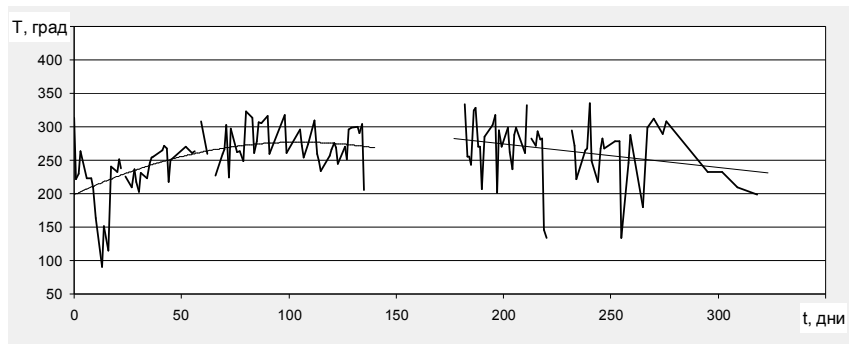
г



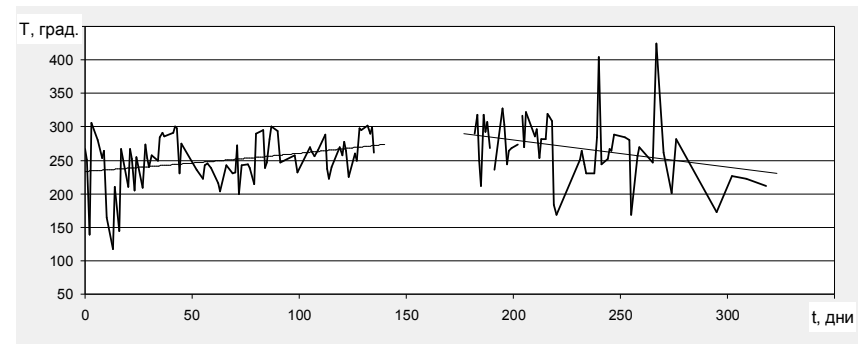
б



д

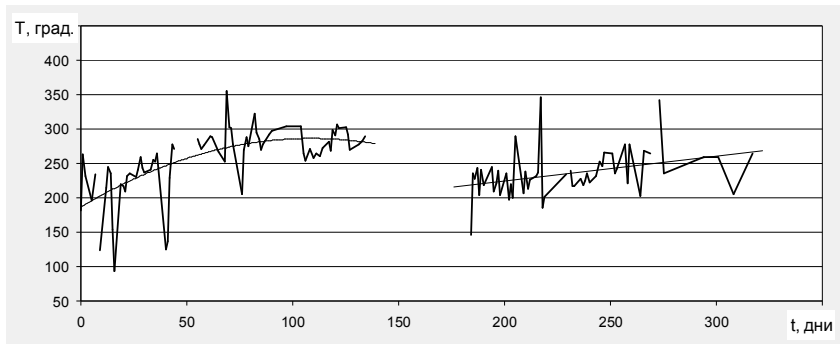


в

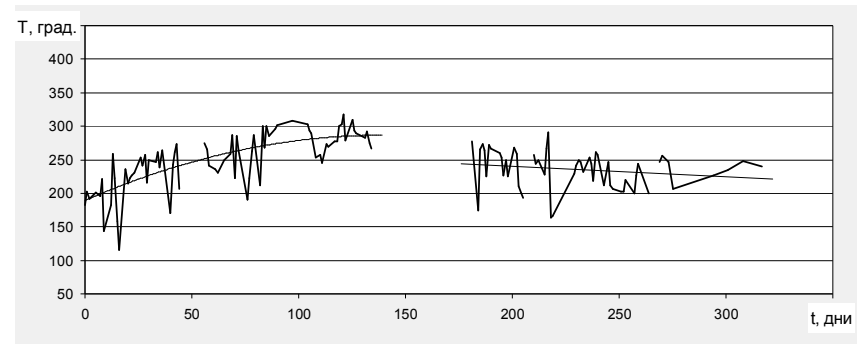


е

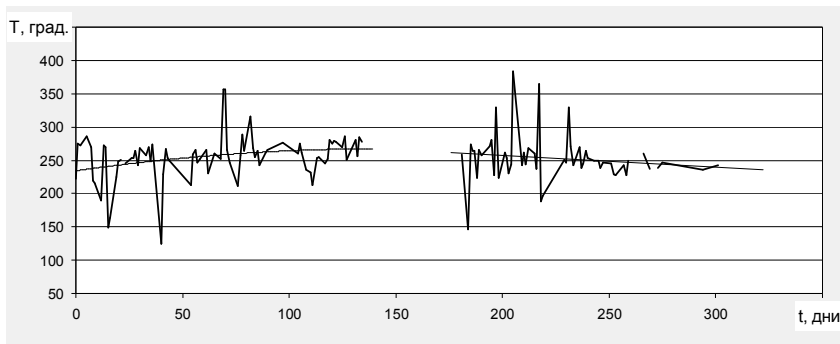
Рисунок 6 – Изменение температуры корпуса гидроцилиндра ножниц МНЛЗ №1 для ручья:
а) №1; б) №2; в) №3; г) №6; д) №5; е) №4



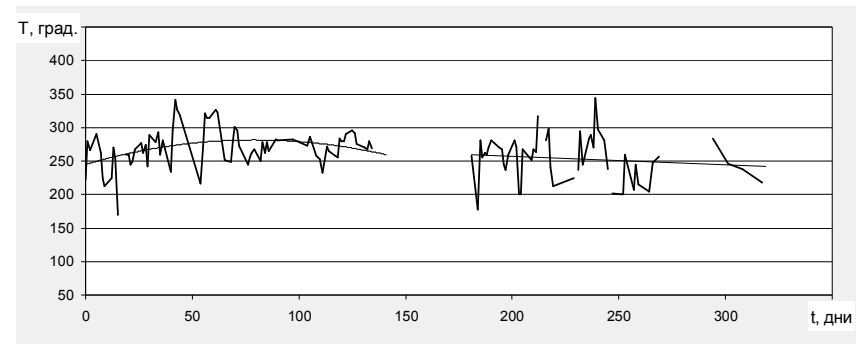
а



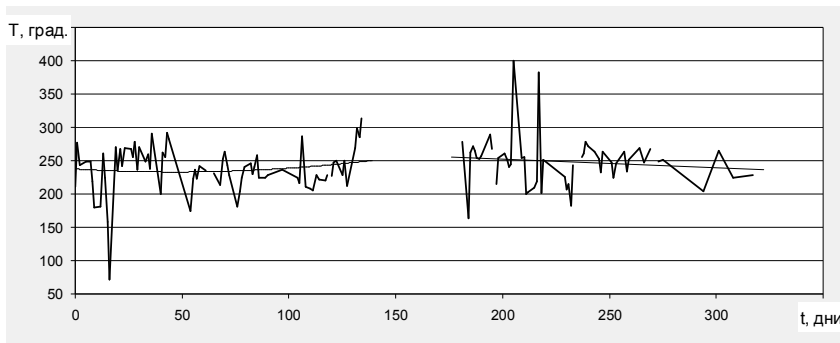
г



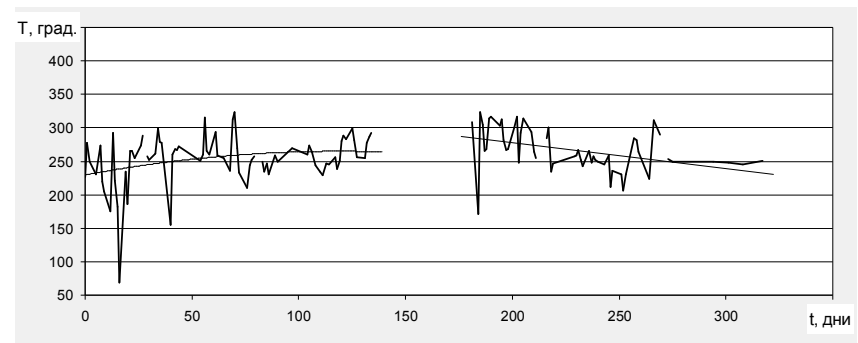
б



д



в



е

Рисунок 7 – Изменение температуры корпуса гидроцилиндра ножниц МНЛЗ №2 для ручья:
а) №1; б) №2; в) №3; г) №6; д) №5; е) №4

Таблица 1 – Результаты обработки данных о температуре гидропривода ножниц для МНЛЗ №1 *

Вероятностная характеристика	Номер ручья					
	1	2	3	4	5	6
Среднее значение	$\frac{241}{239}$	$\frac{277}{256}$	$\frac{254}{263}$	$\frac{251}{269}$	$\frac{258}{242}$	$\frac{262}{250}$
	$\frac{0,18}{0,13}$	$\frac{0,16}{0,18}$	$\frac{0,17}{0,18}$	$\frac{0,15}{0,18}$	$\frac{0,16}{0,16}$	$\frac{0,22}{0,14}$
Минимальное значение	$\frac{101}{164}$	$\frac{123}{152}$	$\frac{91}{134}$	$\frac{118}{168}$	$\frac{102}{147}$	$\frac{74}{150}$
	$\frac{393}{299}$	$\frac{362}{356}$	$\frac{323}{335}$	$\frac{306}{424}$	$\frac{361}{345}$	$\frac{415}{303}$

* Значение в числителе получено для первой половины года, в знаменателе – для второй.

Таблица 2 – Результаты обработки данных о температуре гидропривода ножниц для МНЛЗ №2 *

Вероятностная характеристика	Номер ручья					
	1	2	3	4	5	6
Среднее значение	$\frac{257}{235}$	$\frac{255}{253}$	$\frac{237}{249}$	$\frac{254}{266}$	$\frac{271}{254}$	$\frac{251}{235}$
	$\frac{0,18}{0,14}$	$\frac{0,14}{0,14}$	$\frac{0,15}{0,15}$	$\frac{0,15}{0,12}$	$\frac{0,11}{0,13}$	$\frac{0,17}{0,12}$
Минимальное значение	$\frac{94}{146}$	$\frac{125}{146}$	$\frac{72}{163}$	$\frac{69}{171}$	$\frac{169}{177}$	$\frac{116}{164}$
	$\frac{355}{346}$	$\frac{357}{384}$	$\frac{313}{400}$	$\frac{323}{324}$	$\frac{341}{344}$	$\frac{318}{291}$

* Значение в числителе получено для первой половины года, в знаменателе – для второй.

Оценка взаимосвязи между температурой заготовки и температурой корпуса гидроцилиндра ножниц были выполнены по коэффициентам парной корреляции, значения которых представлены в таблице 3. Полученные результаты указывают на то, что линейная связь между данными отсутствует. Это означает, что температура гидропривода обусловлена не только температурой заготовки, но и други-

ми факторами. Гипотеза о нормальном распределении значений температуры корпуса гидроцилиндра подтвердилась при уровне доверительной вероятности 0,95, что также может свидетельствовать о влиянии на температуру гидропривода множества разных факторов.

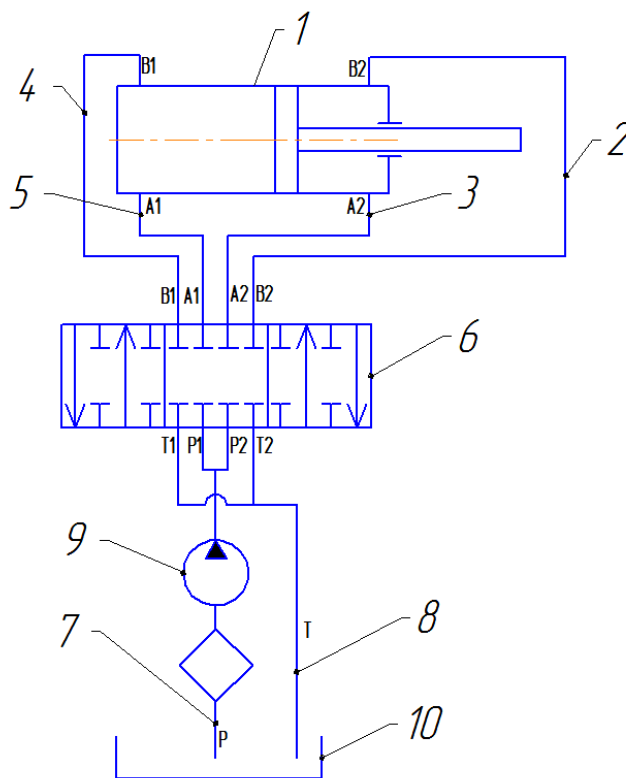
Таблица 3 – Значения коэффициентов парной корреляции

Номер МНЛЗ	Номер ручья					
	№1	№2	№3	№4	№5	№6
№1	0,65	0,48	0,36	0,33	0,33	0,31
№2	0,27	0,16	0,17	0,38	0,26	0,18

Анализ конструкции гидропривода ножниц позволил выявить одну из основных причин, вызывающих повышение температуры, – это загрязнение рабочей жидкости. Рабочая жидкость в поршневую и штоковую полости гидроцилиндра подается по длинным трубопроводам, т.к. невозможно расположить элементы гидросистемы (гидроаппаратура, маслостанция) в зоне высоких температур. В результате рабочая жидкость практически не обновляется и в полости гидроцилиндра поступают порции жидкости с продуктами износа корпуса гидроцилиндра и трубопроводов, что сказывается на работоспособности уплотнений и выражается в повышении и перепадах температуры корпуса гидроцилиндра.

Для устранения данной причины предложено изменить конструкцию гидроцилиндра ножниц путем выполнения в поршневой и штоковой полостях двух отверстий, одно из которых используется для присоединения к линии нагнетания рабочей жидкости, а другое – к сливной магистрали (рисунок 8). Принцип работы гидропривода в данном случае следующий. В начальный момент времени гидрораспределитель находится в среднем положении, подвод и слив жидкости отсутствуют. Для выполнения реза заготовки (рабочий ход гидроцилиндра) гидрораспределитель сдвигается влево, при этом открывается отверстие в поршневой полости и в неё по линии *A1* из бака происходит нагнетание рабочей жидкости, и, одновременно, открывается отверстие в штоковой полости для слива жидкости по магистрали *B2*. Для обратного хода распределитель сдвигается вправо, линии *A1* и *B2* перекрываются, а открываются отверстия в штоковой полости для нагнетания жидкости из бака по линии *A2* и отверстие в поршневой полости для слива по магистрали *B1*. Далее цикл работы

повторяется. При такой схеме работы в полости гидроцилиндра для выполнения каждого реза будет поступать новая порция рабочей жидкости. Особенностью гидросистемы является большой объем маслобака, учитывающий порции рабочей жидкости, находящиеся в длинных трубопроводах.



1 – гидроцилиндр; 2 – сливная линия штоковой полости;

3 – нагнетательная линия штоковой полости;

4 – сливная линия поршневой полости;

5 – нагнетательная линия поршневой полости;

6 – гидрораспределитель; 7 – общая нагнетательная линия;

8 – общая сливная линия; 9 – насос; 10 – бак

Рисунок 8 – Принципиальная схема усовершенствованного гидропривода ножниц

Выводы и направления дальнейших исследований.

Таким образом, в ходе выполненных исследований выявлено, что качество реза заготовки и функционирование летучих ножниц МНЛЗ обусловлены безотказностью гидропривода. Контроль за температурой корпуса ножниц и статистическая обработка результатов измерения показали, что безотказность гидроцилиндра связана с состоянием рабочей жидкости, порции которой из-за длинных трубопроводов не успевают обновляться, и накапливающиеся продукты

износа постоянно поступают в полости гидроцилиндра. Для устранения данного фактора предложено изменить конструкцию гидроцилиндра за счёт организации подвода и слива рабочей жидкости по разным трубопроводам в поршневой и штоковой полостях.

Список литературы

1. Бойко, Ю.П. Конструирование машин для металлургических процессов / Ю.П. Бойко, О.С. Ануфриенко, Н.Я. Подоляк. – Орск: ОГТИ (филиал ОГУ), 2007. – 261 с.
2. Сидоров, В.А. Анализ отказов узлов привода холодильника МНЛЗ / В.А. Сидоров // Металлургические процессы и оборудование. – 2009. – №2(16). – С. 28 – 33.
3. Пат. 2212332 РФ, МПК В 26 D 5/00, В 23 D 36/00. Гидропривод летучих ножниц / А.Ш. Абаев; ОАО Акционерная холдинговая компания «Всероссийский научно-исследовательский и проектно- конструкторский институт металлургического машиностроения им. акад. Целикова». – №2001131941/02; заявл. 28.11.2001; опубл. 20.09.2003, Бюл.№ 9.
4. Пат. 2134194 РФ, МПК В 26 D 5/00, В 23 D 36/00. Гидропривод летучих качающихся ножниц. А.Ш. Абаев; ОАО Акционерная холдинговая компания «Всероссийский научно-исследовательский и проектно- конструкторский институт металлургического машиностроения им. акад. Целикова». – №98111279/02; заявл. 10.06.98; опубл. 10.08.99, Бюл.№8.

Стаття надійшла до редколегії _____, 2014 р.
Рецензент: _____

В.А.Сидоров, О.В. Ошовська, А.М. Єрошенко. Донецький національний технічний університет

Підвищення безвідмовності гідравлічних летючих ножниць.

Розглянуто фактори, що впливають на якість поверхні різки безперервнолитої заготовки при використанні гідравлічних летючих ножниць. Наведено основні види і причини несправностей ножниць. Представлені результати контролю технічного стану гідроприводу при вимірюванні його температури. Запропоновано варіант реконструкції гідроприводу ножниць, що забезпечує підвищення їх безвідмовності і якості різки.

Ключові слова: МБЛЗ, заготівка, ножиці гідравлічні, гідроциліндр, температура, безвідмовність.

V.A. Sidorov, E.V. Oshovskaya, A.N. Yeroshenko. Donetsk National Technical University, Donetsk

The reliability increasing of hydraulic flying shears.

The materials of manuscript deals with the problem of obtaining the high-quality cut surface of the continuous casting billet. The advantages and disadvantages of existing methods of cutting and processing equipment for their implementations are referred. Particular attention is given to use of hydraulic flying shears. The main types and causes of failures of hydraulic shears drive are described by authors.

The results of measuring of the temperature of the hydraulic drive corps that was used as a parameter for determining of the technical state are presented.

Investigations have been carried out during the year on two continuous casting machines with 6 jets each. The processing of measurements is performed. Trends in the temperature of the hydraulic drive are revealed, quantitative estimates are obtained. It is noted that the temperature of the hydraulic drive is due to many factors, among which the most important is the presence of contaminants in the working fluid of hydrocylinder. It is indicated that this is due to the large length of pipelines of hydraulic system and the absence of working fluid circulation. To eliminate this drawback authors have suggested the variant of reconstruction of hydraulic flying shears, which enhances their reliability and quality of cut.

Keywords: continuous casting machine, billet, hydraulic shears, hydraulic cylinder, temperature, reliability.

© В.А. Сидоров, Е.В. Ошовская, А.Н. Ерошенко, 2014