



Краткое сообщение

УДК 621.891:621

DOI 10.17073/0368-0797-2022-6-434-436

<https://fermet.misis.ru/jour/article/view/2326>



АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО РЕСУРСА ПРИВОДА ВОЛОЧИЛЬНОГО СТАНА

А. Г. Никитин¹, И. А. Баженов², С. П. Герасимов³

¹ Сибирский государственный индустриальный университет (Россия, 654007, Кемеровская обл. – Кузбасс, Новокузнецк, ул. Кирова, 42)

² Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина (Россия, 620002, Екатеринбург, ул. Мира, 19)

³ АО «ЕВРАЗ Объединенный Западно-Сибирский металлургический комбинат» (Россия, 654043, Кемеровская обл. – Кузбасс, Новокузнецк, ш. Космическое, 16)

Аннотация. Для предприятий металлургической промышленности актуальной является задача повышения эксплуатационного ресурса волочильных станов. Причины существенного снижения ресурса и увеличения количества простоев оборудования связаны с эксплуатационными проблемами. Простои из-за аварийных отказов оборудования составляют до 45 % времени работы стана в месяц. В работе рассмотрена схема привода волочильного стана и проведен анализ потерь времени на восстановление его работоспособного состояния. Показано, что замена цилиндрического редуктора с механизмом переключения скоростей и конической передачей на планетарный мотор-редуктор, оборудованный частотным преобразователем, позволяет увеличить производительность волочильного стана за счет уменьшения аварийных простоев оборудования.

Ключевые слова: волочильный стан, привод, повышение производительности, снижение затрат, надежность, планетарный редуктор, частотный преобразователь

Для цитирования: Никитин А.Г., Баженов И.А., Герасимов С.П. Анализ эксплуатационного ресурса привода волочильного стана // Известия вузов. Черная металлургия. 2022. Т. 65. № 6. С. 434–436. <https://doi.org/10.17073/0368-0797-2022-6-434-436>

Short report

ANALYSIS OF THE DRAWING MILL DRIVE OPERATION

A. G. Nikitin¹, I. A. Bazhenov², S. P. Gerasimov³

¹ Siberian State Industrial University (42 Kirova Str., Novokuznetsk, Kemerovo Region – Kuzbass 654007, Russian Federation)

² Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin (19 Mira Str., Yekaterinburg 620002, Russian Federation)

³ JSC “EVRAZ – Joint West Siberian Metallurgical Plant” (16 Kosmicheskoe Route, Novokuznetsk, Kemerovo Region – Kuzbass 654043, Russian Federation)

Abstract. For enterprises of the metallurgical industry, the task of increasing the operational life of drawing mills is urgent. The reasons for a significant decrease in the resource and an increase in the number of equipment downtime are related to the operational problems. Downtime due to emergency equipment failures account for up to 45 % of the mill’s operating time per month. The paper considers the drive scheme of the drawing mill and analyzes the loss of time to restore its working condition. It is shown that the replacement of a cylindrical gearbox with a gearshift mechanism and a bevel gear with a planetary gear motor equipped with a frequency converter will increase the productivity of the drawing mill by reducing emergency equipment downtime.

Keywords: drawing mill, drive, productivity improvement, cost reduction, reliability, planetary gearbox, frequency converter

For citation: Nikitin A.G., Bazhenov I.A., Gerasimov S.P. Analysis of the drawing mill drive operation. *Izvestiya. Ferrous Metallurgy*. 2022, vol. 65, no. 6, pp. 434–436. (In Russ.). <https://doi.org/10.17073/0368-0797-2022-6-434-436>

Волоочильный стан, применяемый для обработки металлов волочением, состоит из двух основных элементов: волоки и тянущего устройства, сообщающего обрабатываемому металлу движение через волоку, а вращение от электродвигателя к тянущему устройству передается через редуктор [1, 2].

Для получения качественной готовой продукции выполнение технологической операции волочения осуществлять необходимо на исправном оборудовании, однако с течением времени оборудование физически устаревает, его узлы приходят в негодность, что требует постоянного ремонта или частичной замены [3, 4].

Актуальная задача повышения эксплуатационного ресурса волоочильных станков является комплексной проблемой. Для решения требуется подход, в котором учитываются характеристики конструкции стана, параметры, определяющие условия эксплуатации стана, а также параметры технологического процесса производства проволоки.

С целью определения надежности была проанализирована работа стана АЗТМ ВН 2-550 (см. рисунок).

Привод стана состоит из электродвигателя 1, крутящий момент которого через муфту 2, ременные передачи 3 и 4, цилиндрический редуктор с механизмом переключения скоростей 5, конические передачи 6 и 8 передается на вертикальный размоточный барабан 9 (условно показан в горизонтальном исполнении), опирающийся на упорный подшипник 7. Установка редуктора с механизмом переключения скоростей обусловлена необходимостью обеспечивать плавный пуск механизма вращения барабана при подаче исходного материала в волоку на малых скоростях с постепенным увеличением скорости для повышения производительности стана.

Опыт эксплуатации данного стана сталепрокатного цеха АО «ЕВРАЗ ЗСМК» показал, что его простои из-за аварийных отказов оборудования составляют до 45 % времени работы стана в месяц, т. е. более 400 т потеря готовой продукции, что в пересчете эквивалентно 16 млн рублей в ценах 2021 года.

Анализ причин простоев из-за аварийных отказов элементов оборудования 41 волоочильного стана цеха за квартал показал, что наибольшие потери времени на восстановление работоспособного состояния стана приходятся на ремонт цилиндрического редуктора с механизмом переключения скоростей, восстановление конических шестерен, а также на замену приводных ремней. При этом время на восстановление стана занимает от 7 до 35 дней.

Для анализа основных причин, вызывающих поломки, и, как следствие, простои стана, были разработаны специальные формы, в которые включены основные категории причин появления отказов (или точнее узлы, вышедшие из строя). При регулярном наблюдении для каждой категории фиксировались продолжительность устранения простоя и стоимость его устранения, поскольку затраты на устранение отказа

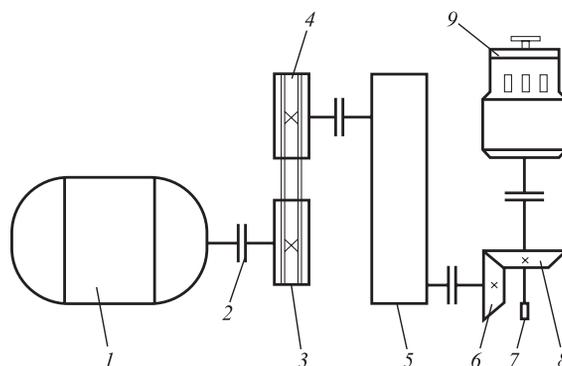


Схема привода волоочильного стана с вертикальным расположением размоточного барабана

Scheme of the drawing mill drive with vertical arrangement of the unwinding drum

и его продолжительность не связаны строгой математической зависимостью. На основе собранных данных были построены диаграммы Парето по следующим количественным данным: количество отказов, продолжительность устранения, стоимость устранения по каждой категории. Таким образом, причины отказов были ранжированы по значимости, что позволило системно подойти к изменению конструкции стана.

С целью уменьшения времени простоев конструкции привода стана АЗТМ ВН 2-550 изменили. Из привода волоочильного стана исключили часто выходящие из строя узлы: две конических шестерни, цилиндрический редуктор с механизмом переключения скоростей и ременную передачу. Вместо них установили трехсателлитный планетарный мотор-редуктор МПО-1М-10-5,74-7,5/250 (передаточное отношение 5,74) вертикального исполнения, оборудованный частотным преобразователем.

В результате такой модернизации уменьшилась масса привода с планетарным редуктором, а так как редуктор имеет вертикальное расположение и устанавливается на вал размоточного барабана, вокруг стана появляется дополнительное свободное место. При этом в планетарном редукторе действуют малые осевые нагрузки, имеется значительно меньшее количество узлов и звеньев, что увеличивает срок службы по сравнению с многоступенчатым редуктором с механизмом переключения скоростей [5]. Использование частотного преобразователя позволяет при необходимости изменять частоту вращения привода без остановки работы стана (без механического переключения).

Кроме сокращения потерь, связанных с недополучением готовой продукции, для обоснования эффективности предложенных конструктивных изменений могут быть использованы денежные показатели. Это, во-первых, сокращение затрат на восстановительные работы, которые устанавливаются по усредненной стоимости ремонтных работ; во-вторых, экономия, вызванная сокращением непроизводительных маши-

но-часов. Стоимость машино-часа определяется как величина годовых амортизационных отчислений, деленная на годовой фонд работы оборудования, но без учета доли непроизводительных простоев в общем годовом фонде [6]. Таким образом можно оценить повышение производительности, связанное с ростом эффективности эксплуатации технологического оборудования.

Выводы

Проведенная модернизация конструкции привода волочильного стана позволяет увеличить его производительность до расчетного значения 805 т проволоки в месяц за счет уменьшения аварийных простоев оборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

REFERENCES

1. Радионова Л.В., Радионов А.А. Современное состояние и перспективы развития волочильного производства стальной проволоки // *Машиностроение*. 2013. Т. 1. № 1. С. 3–11.
2. Vega G., Haddi A., Imad A. Investigation of process parameters effect on the copper-wire drawing // *Materials and Design*. 2009. Vol. 30. No. 8. P. 3308–3312.
<https://doi.org/10.1016/j.matdes.2008.12.006>
3. Haddi A., Imad A., Vega G. Analysis of temperature and speed effects on the drawing stress for improving the wire drawing process // *Materials and Design*. 2011. Vol. 32. No. 8-9. P. 4310–4315.
<https://doi.org/10.1016/j.matdes.2011.04.010>
4. Железняк Л.М., Савиных В.В., Василевский П.А. Применение прокатно-волочильного стана в производстве изделий для электромашиностроения // *Заготовительные производства в машиностроении*. 2018. Т. 16. № 8. С. 366–369.
5. Lai T.-S. Design and machining of the epicycloid planet gear of cycloid drives // *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 2006. Vol. 28. No. 7-8. P. 665–670.
<https://doi.org/10.1007/S00170-004-2423-X>
6. Дронов А.И., Паршин В.С., Семенова Н.В. Оценка эффективности инноваций работы волочильных станов // *Вестник машиностроения*. 2021. № 6. С. 82–85.
<https://doi.org/10.36652/0042-4633-2021-6-82-85>

1. Radionova L.V., Radionov A.A. Current state and perspectives of development of wire-drawing steel wire. *Mashinostroenie*. 2013, vol. 1, no. 1, pp. 3–11. (In Russ.).
2. Vega G., Haddi A., Imad A. Investigation of process parameters effect on the copper-wire drawing. *Materials and Design*. 2009, vol. 30, no. 8, pp. 3308–3312.
<https://doi.org/10.1016/j.matdes.2008.12.006>
3. Haddi A., Imad A., Vega G. Analysis of temperature and speed effects on the drawing stress for improving the wire drawing process. *Materials and Design*. 2011, vol. 32, no. 8-9, pp. 4310–4315.
<https://doi.org/10.1016/j.matdes.2011.04.010>
4. Zheleznyak L.M., Savinykh V.V., Vasilevskii P.A. Use of rolling and drawing mill in manufacture of products for electrical engineering. *Zagotovitel'nye proizvodstva v mashinostroenii*. 2018, vol. 16, no. 8, pp. 366–369. (In Russ.).
5. Lai T.-S. Design and machining of the epicycloid planet gear of cycloid drives. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 2006, vol. 28, no. 7-8, pp. 665–670.
<https://doi.org/10.1007/S00170-004-2423-X>
6. Dronov A.I., Parshin V.S., Semenova N.V. Evaluation of the effectiveness of innovations in drawing mills operation. *Vestnik mashinostroeniya*. 2021, no. 6, pp. 82–85. (In Russ.).
<https://doi.org/10.36652/0042-4633-2021-6-82-85>

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Александр Григорьевич Никитин, д.т.н., профессор кафедры механики и машиностроения, Сибирский государственный индустриальный университет
ORCID: 0000-0001-9198-6386
E-mail: nikitin1601@yandex.ru

Aleksandr G. Nikitin, Dr. Sci. (Eng.), Prof. of the Chair of Mechanics and Machine Engineering, Siberian State Industrial University
ORCID: 0000-0001-9198-6386
E-mail: nikitin1601@yandex.ru

Игорь Алексеевич Баженов, к.т.н., доцент кафедры маркетинга, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина
ORCID: 0000-0002-0099-483X
E-mail: mta@kpost.ru

Igor' A. Bazhenov, Cand. Sci. (Eng.), Assist. Prof. of the Chair of Marketing, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin
ORCID: 0000-0002-0099-483X
E-mail: mta@kpost.ru

Семен Павлович Герасимов, старший мастер по ремонту оборудования, АО «ЕВРАЗ Объединенный Западно-Сибирский металлургический комбинат»
ORCID: 0000-0001-5012-2565
E-mail: semyon05@bk.ru

Semen P. Gerasimov, Senior Technician on Equipment Repair, JSC “EVRAZ – Joint West Siberian Metallurgical Plant”
ORCID: 0000-0001-5012-2565
E-mail: semyon05@bk.ru

Поступила в редакцию 09.03.2022
 После доработки 24.03.2022
 Принята к публикации 22.04.2022

Received 09.03.2022
 Revised 24.03.2022
 Accepted 22.04.2022