

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ / ORIGINAL PAPERS

DOI: 10.17073/2500-0632-2019-2-144-149

**Эксплуатационная нагрузка ленточного конвейера
как отражение действительной планограммы работы комбайна
в комплексно-механизированной лаве**

Юрченко В. М.

«Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева» (КузГТУ),
Кемерово, Россия, ✉ yvm@kuzstu.ru

Аннотация: Конвейерный транспорт на современной угольной шахте является главным звеном, определяющим эффективность работы предприятия в целом. Для безопасной эксплуатации ленточных конвейеров важно, чтобы от сменной нагрузки на лаву не возникали средний и максимальный минутные грузопотоки, при которых не обеспечиваются запас прочности ленты, запас мощности привода и приемная способность. Такая ситуация, как правило, возникает при стремлении работающих компенсировать потерю добычи после длительных простоев лавы по любой причине. В рамках статьи предложен инструментарий, позволяющий определять максимальную сменную нагрузку на лаву. Согласно методике, изложенной в «Основных положениях по проектированию подземного транспорта новых и действующих угольных шахт», средний минутный грузопоток, определяющий эксплуатационную нагрузку на ленточный конвейер, зависит от коэффициента времени поступления груза. Если принять допущение, что комбайн в лаве работает всю смену, предельная величина коэффициента времени поступления груза равна единице. Для определения действительной величины этого коэффициента предлагается определять время работы лавы по добыче по действительной планограмме. Время смены тратится на выполнение подготовительно-заключительных операций, на устранение неисправностей и отказов оборудования лавы и конвейерной линии, на выполнение вспомогательных операций по обслуживанию и, наконец, на эксплуатационные и организационные простои. На действительной планограмме эти промежутки времени отражены прямолинейными участками. Таким образом, время смены за вычетом времени простоев по любым причинам, представляет время работы лавы по добыче. Отношение этих величин представляет собой коэффициент эксплуатации. Использование коэффициента эксплуатации позволяет определять предельную нагрузку на лаву не только с учетом объема угля, добываемого за цикл, но и с учетом сопротивляемости угля резанию, с учетом технических параметров забойного оборудования. Это дает возможность определять эксплуатационную нагрузку, обеспечивающую безопасную работу ленточного конвейера.

Ключевые слова: ленточный конвейер, нагрузка на лаву, средний и максимальный минутный грузопоток, коэффициент поступления груза, эксплуатационная нагрузка на конвейер, коэффициент эксплуатации, время простоев.

Для цитирования: Юрченко В. М. Эксплуатационная нагрузка ленточного конвейера как отражение действительной планограммы работы комбайна в комплексно-механизированной лаве. *Горные науки и технологии*. 2019;4(2):144-149. DOI: 10.17073/2500-0632-2019-2-144-149.

Operating Load of Belt Conveyor as a Reflection of Actual Planogram of Coal Shearer Operation in Integrated-Powered Face

V. M. Yurchenko

«Kuzbass State Technical University named after T. F. Gorbachev» (KuzSTU),
Kemerovo, Russia, ✉yvm@kuzstu.ru

Abstract: Conveyor transport at a modern coal mine is the main link that determines the overall performance of the enterprise. For safe operation of belt conveyors, it is important to ensure that shift output per face doesn't produce average and maximum minute material flows, which exceed strength margin of the belt, power margin of the drive, and receiving capacity. Such situation, as a rule, may arise due to the strive of workers to compensate for underproduction caused by long downtimes of a face for any reason. In the paper, a method is proposed that enables determining the maximum shift output per face. According to the technique described in the "Basic Provisions for Designing Underground Transport of New and Existing Coal Mines," the average minute material flow, which determines the operational load on a belt conveyor, depends on the material feed time factor. Accepting the assumption that a coal shearer works the entire shift in a face, the limiting value of the material feed time factor is equal to 1. To determine the actual value of this factor, it is proposed to determine the face operating (production) time using actual planogram. The shift time is spent for preparatory and finishing operations, the face equipment and conveyor line troubleshooting and failure recovery, auxiliary service operations and, finally, operational and organizational downtimes. On the actual planogram, these time intervals are displayed by straight-line portions. Thus, the shift time minus downtime for any reason, represents the face production time. The ratio of these values represents the operation factor. Applying the operation factor allows to determine the maximum limiting face production, not only taking into account the volume of coal mined per cycle, but also based on coal cuttability and technical specifications of the face equipment. This enables us to determine the face production load that ensures safe operation of the belt conveyor.

Keywords: belt conveyor, output per face, average and maximum minute material flows, material feed factor, conveyor operating load, operation factor, down-time.

For citation: Yurchenko V. M. Operating load of belt conveyor as a reflection of actual planogram of coal shearer operation in integrated-powered face. *Mining Science and Technology*. 2019;4(2):144-149 (In Russ.). DOI: 10.17073/2500-0632-2019-2-144-149.

Конвейерный транспорт, являясь основным транспортным средством, определяет успешность работы шахты. Рациональная и безопасная эксплуатация конвейерного транспорта обеспечивается только при сменной нагрузке, зафиксированной в «Паспорте выемочного участка на отработку лавы». Однако в реальной ситуации возникает необходимость увеличения сменной нагрузки на лаву для компенсации потери добычи в результате длительных простоев по любой причине [1, 3–9]. Поэтому должна быть определена предельная сменная нагрузка на лаву, превышение которой приводит к созданию аварийных условий при эксплуатации конвейерного транспорта.

В рамках статьи предложен инструментарий, позволяющий определять максимальную сменную нагрузку на лаву, обеспечивающую безопасную эксплуатацию конвейерного транспорта. Для этого необходимо соблюдение двух условий:

– максимальный минутный грузопоток комбайна не должен превышать приемную способность ленточного конвейера;

– эксплуатационная нагрузка ленточного конвейера, обусловленная сменной нагрузкой на лаву, должна обеспечивать запас прочности ленты и запас мощности привода.

Эксплуатационная нагрузка ленточного конвейера зависит не только от сменной нагрузки на лаву $A_{см}$, но и от времени, в течение

ние которого груз поступает на конвейер. Согласно методике [2] эксплуатационная нагрузка определяется по формуле, т/ч,

$$Q_3 = 60a_{1(n)} k_t,$$

где $a_{1(n)} = \frac{A_{см}}{60T_{см} k_{п}}$ – средний минутный грузопоток, т/мин; k_t – расчетный коэффициент нагрузки, учитывающий неравномерность грузопотока за время прохождения груза по всей длине конвейера; $k_{п}$ – коэффициент времени поступления груза на ленточный конвейер.

Груз на ленточный конвейер в основном поступает во время резания угля t_p и зачистки t_3 при работе комбайна по односторонней схеме, поэтому коэффициент $k_{п}$ определяется по формуле

$$k_{п} = \frac{t_{п} + t_3}{60T_{см}} N_{ц} \leq 1.$$

В случае, когда осуществляется попытка увеличить сменную нагрузку на лаву с целью компенсации потерь добычи из-за непредвиденных простоев, коэффициент времени поступления груза на ленточный кон-

вейер можно принять равным единице. При этом следует учитывать, что время смены не может быть полностью использовано на работу лавы по добыче. Время смены тратится на выполнение подготовительно-заключительных операций, на устранение неисправностей и отказов оборудования лавы и конвейерной линии, на выполнение вспомогательных операций по обслуживанию и, наконец, на эксплуатационные и организационные простои. На действительной планеграмме эти промежутки времени записываются прямолинейными горизонтальными участками (рис. 1).

Таким образом, время смены за вычетом времени простоев по любым причинам, представляет время работы лавы по добыче $T_{рл} = T_{см} - T_{пз} - T_{ун} - T_{во} - \dots - T_{зо}$, мин.

Отношение времени работы лавы в смену ко времени смены назовем коэффициентом эксплуатации оборудования комплексномеханизированной лавы и конвейерной линии $k_{экс}$: $k_{экс} = T_{рл} / T_{см}$ или $k_{экс} = T_{рл} N_{см} / T_{сут}$.

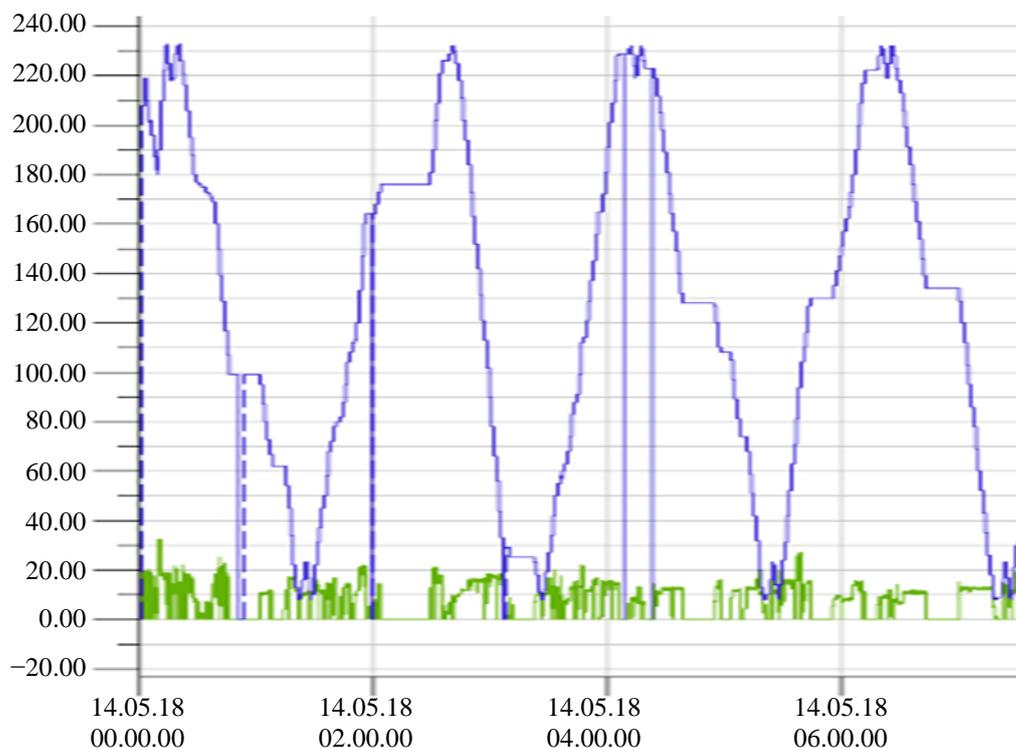


Рис. 1. Действительная планеграмма работы лавы

Fig. 1. Actual planogram of face operation



Рис. 2. Зависимость числа циклов в смену от коэффициента $k_{\text{экс}}$ при времени цикла 65,2 мин, на примере лавы 52-13

Fig. 2. The dependence of the number of cycles per shift on the operation factor $k_{\text{экс}}$ at the cycle time of 65.2 minutes by the example of 52-13 face

Полученный таким образом коэффициент эксплуатации отражает не только горно-геологические условия (мощность пласта, плотность угля в целике, сопротивляемость угля резанию, длина лавы), но и технические характеристики оборудования (ширина захвата, мощность электродвигателей исполнительных органов комбайна, возможная скорость подачи при резании и зачистке. Кроме того, учитывается состояние оборудования (простой из-за отказов, затраты времени на устранение неисправностей, а также мастерство и квалификацию обслуживающего персонала (затраты времени на подготовительно-заключительные операции в лаве и эксплуатационно-организационные простои).

Приняв эти допущения, получим выражение

$$1 = \frac{t_{\text{п}} + t_3}{60T_{\text{см}} k_{\text{экс}}} N_{\text{ц}},$$

которое позволяет определить число циклов в смену по времени цикла, совершаемого комбайном,

$$N_{\text{цт}} = \frac{60T_{\text{см}} k_{\text{экс}}}{t_{\text{п}} + t_3}.$$

Полученная зависимость с учетом реального коэффициента эксплуатации кон-

кретного оборудования комплексно-механизированной лавы и конвейерной линии позволяет точно планировать сменную нагрузку.

В то же время технологи, планируя сменную нагрузку на лаву, определяют количество циклов в смену по количеству угля с цикла

$$N_{\text{цу}} = \frac{A_{\text{см}}}{mbL_{\text{о3}}\gamma_{\text{ц}}}.$$

В конечном итоге, чтобы расчеты отражали действительность, необходимо соблюдать условие

$$N_{\text{ц}} = N_{\text{цт}} = N_{\text{цу}}.$$

Достижению этого равенства как раз и способствует использование коэффициента эксплуатации (рис. 2), полученного в результате обработки действительной планограммы (см. рис. 1).

На основании этого равенства действительную сменную нагрузку следует определять по формуле, т,

$$A_{\text{см}} = \frac{60T_{\text{см}} k_{\text{экс}} mbL_{\text{о3}}\gamma_{\text{ц}}}{t_{\text{п}} + t_3}.$$

Вывод

Использование коэффициента эксплуатации, получаемого обработкой действительных планов работ оборудования комплексно-механизированной лавы и конвейерной линии, позволяет определять предельную нагрузку на лаву с учетом:

- объема угля добываемого за цикл,
- сопротивляемости угля резанию,

– технических параметров забойного оборудования,
– квалификации персонала,
– достигнутого уровня организации работ.

Это дает возможность определять эксплуатационную нагрузку, обеспечивающую безопасную работу ленточного конвейера.

Библиографический список

1. Юрченко В. М. Особенности совместной эксплуатации забойного оборудования и конвейерного транспорта // Горный информационно-аналитический бюллетень (журнал). 2016. № 9. С. 165-171.
2. Основные положения по проектированию подземного транспорта новых и действующих угольных шахт. М.: ИГД им.А.А. Скочинского, 1986. 355 с.
3. Kopylov K. N., Kubrin S. S., Zakorshmenniy I. M., Reshetniak S. N. Reserves of increase of efficiency of coal extraction sections of coal mines Ugol, 2019, (3), pp. 46-49.
4. Gładysiewicz L., Król R., Kisielewski W. Measurements of loads on belt conveyor idlers operated in real conditions (2019) Measurement: Journal of the International Measurement Confederation, 134, pp. 336-344. DOI: 10.1016/j.measurement.2018.10.068.
5. Kruczek P., Polak M., Wyłomańska A., Kawalec W., Zimroz R. Application of compound Poisson process for modelling of ore flow in a belt conveyor system with cyclic loading. International Journal of Mining, Reclamation and Environment, 2018, 32(6), pp. 376-391. DOI: 10.1080/17480930.2017.1388335.
6. Comparison of the loading methods for the driving roller of a belt conveyor in finite element analysis. ACM International Conference Proceeding Series, 2018, pp. 73-77. DOI: 10.1145/3230876.3230879.
7. Mrazek, J., Dynyby, V., Stary, F. Adaptive control of the belt conveyor preloading. Applied Mechanics and Materials, 2014, 486, pp. 62-65. DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMM.486.62.
8. Ianăși A. C., Mihaș N. M. Mechanical and geometrical characterization of the conveyors belts from mineral resources exploitation. Advanced Materials Research, 2014, 837, pp. 99-104. DOI:10.4028/www.scientific.net/AMR.837.99.
9. Hou Y.-F., Meng Q.-R. Dynamic characteristics of conveyor belts. Journal of China University of Mining and Technology, 2008, 18(4), pp. 629-633. DOI: 10.1016/S1006-1266(08)60307-7.

References

1. Yurchenko V. M. Features of the joint operation of face equipment and conveyor transport. Mining Informational and Analytical Bulletin (magazine) 2016, no. 9, pp. 165-171 (in Russ.).
2. Basic Provisions for Designing Underground Transport of New and Existing Coal Mines. M. IGD named after A. A. Skochinsky, 1986, 355 p. (in Russ.).
3. Kopylov K. N., Kubrin S. S., Zakorshmenniy I. M., Reshetniak S. N. Reserves of increase of efficiency of coal extraction sections of coal mines Ugol, 2019, (3), pp. 46-49.
4. Gładysiewicz L., Król R., Kisielewski W. Measurements of loads on belt conveyor idlers operated in real conditions (2019) Measurement: Journal of the International Measurement Confederation, 134, pp. 336-344. DOI: 10.1016/j.measurement.2018.10.068.
5. Kruczek P., Polak M., Wyłomańska A., Kawalec W., Zimroz R. Application of compound Poisson process for modelling of ore flow in a belt conveyor system with cyclic loading. International Journal of Mining, Reclamation and Environment, 2018, 32(6), pp. 376-391. DOI: 10.1080/17480930.2017.1388335.
6. Comparison of the loading methods for the driving roller of a belt conveyor in finite element analysis. ACM International Conference Proceeding Series, 2018, pp. 73-77. DOI: 10.1145/3230876.3230879.
7. Mrazek, J., Dynyby, V., Stary, F. Adaptive control of the belt conveyor preloading. Applied Mechanics and Materials, 2014, 486, pp. 62-65. DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMM.486.62.
8. Ianăși A. C., Mihaș N. M. Mechanical and geometrical characterization of the conveyors belts from mineral resources exploitation. Advanced Materials Research, 2014, 837, pp. 99-104. DOI:10.4028/www.scientific.net/AMR.837.99.

9. Hou Y.-F., Meng Q.-R. Dynamic characteristics of conveyor belts. Journal of China University of Mining and Technology, 2008, 18(4), pp. 629-633. DOI: 10.1016/S1006-1266(08)60307-7.

Информация об авторе

Юрченко Вадим Максимович – канд. техн. наук, доцент кафедры горных машин и комплексов, «Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева» (КузГТУ), Кемерово, Россия, yvm@kuzstu.ru.

Information about the author

Vadim M. Yurchenko – Cand. Sci. (Tech.), Assistant Professor of the Department of Mining Machines and Complexes, «Kuzbass State Technical University named after T. F. Gorbachev» (KuzSTU), Kemerovo, Russia, yvm@kuzstu.ru