

Согласно мероприятий по стабилизации работы обогатительной фабрики на 2020 г. произведен расчет ленточного питателя загрузочного бункера мельницы МШЦ 3,6x4,0 №123, в результате проверочного расчета (расчет в приложении) выявлено, что существующий привод ленточного питателя не эффективен. При имеющемся приводе электродвигатель мощностью 11кВт, $n=1500$ об/мин, соединенный через муфту с редуктором Ц2У-160-8-12У1 ($i=8$; $M_{nom}=1250$ Нм; $n_{ex}=1400$ об/мин), соединенный через муфту к редуктору КЦ2-500-180-42-КЦ-У2 ($i=180$; $M_{nom}=2300$ Нм; $M_{max}=11500$ Нм; $n_{ex}=1500$ об/мин), $i_{общ}=1440$. Необходимые обороты, передаваемые от редуктора КЦ2-500-180-42-КЦ-У2 на вал приводного барабана ленточного питателя составляют $n_б=0,3...0,4$ об/мин., при которых обороты электродвигателя снижаются до $n_д=432$ об/мин., что приводит к недопустимым нагрузкам на редукторах при недостаточных оборотах, далее происходит периодическое подклинивание ленточного питателя, увеличивается износ приводной пары редуктора и как следствие уменьшается ходимость. Также во время полной загрузки бункера, при пуске питателя, происходят сильные ударные нагрузки и возникает высокий тяговый момент, что приводит к разрушению зубчатых передач редукторов и необходимости замены редуктора на аналогичный. На период с начала 2020 года производилась трехкратная замена редуктора.

Согласно расчету, необходимый крутящий момент, передаваемый от привода на приводной барабан ленточного питателя, составляет $M_{кр}=21759$ Нм, что превышает максимальную нагрузку на установленный в данное время привод, способный передать нагрузку до $M_{кр}=11500$ Нм.

Исходя из этого проведен проектный расчет варианта с возможностью внедрения изменений в действующую конструкцию:

– с заменой привода (приложение, таблица расчета) на электродвигатель мощностью 11кВт и оборотами 1500об/мин, планетарный мотор-редуктор RA 3005 HC 3323 ME160 B5-1 с передаточным отношением $i=3323$. Действующий момент на выходном валу редуктора, $M_{nom}=22000$ Нм, Максимальный момент на выходном валу редуктора, $M_{max}=70600$ Нм. Расчетный ресурс при действующей нагрузке мотор-редуктора, 500 000 ч. (57лет).

При согласовании и внедрении данного варианта, ленточный питатель будет эксплуатироваться в соответствии приложенной тяговой нагрузке, что предотвратит разрушение привода.

Экономический эффект предлагаемого мероприятия:

За 5 лет расходы на замену редукторов КЦ2-500-180-42-КЦ-У2 в количестве 7шт и редуктора Ц2У-160-8-12У1 в количестве 4шт. составили: 1 351 881 руб.

Стоимость редуктора RA 3005 HC 3323 ME160 B5-1 с муфтой составляет: 964 935 руб.

$$T_i = \frac{K_i}{Z_i} \times 5 \text{ лет} = \frac{964\,935}{1\,351\,881} = 0.713 \times 5 = 3,5 \text{ года}$$

Где: T_i – срок окупаемости;

K_i – стоимость нового редуктора RA 3005 HC 3323 ME160 B5-1;

Z_i – затраты за 5 лет на замену редукторов, входящих в состав привода ленточного питателя.

Окупаемость редуктора RA 3005 HC 3323 ME160 B5-1 составит 3,5 года в сравнении с действующим приводом ленточного питателя мельницы МШЦ 3,6х4,0 №123.

* Данный расчет учитывает только затраты на приобретение, при учете потерь от простоев оборудования связанного с неисправностью привода ленточного питателя экономический эффект будет выше.

Расчет привода ленточного питателя

Привод питателя состоит из электродвигателя и двух редукторов. Мощность привода ленточного питателя складывается из трех составляющих: мощности, расходуемой на преодоление сопротивления от трения руды о борта; от давления руды в зоне бункеров и копильника (заслонки); мощности, расходуемой на собственное транспортирование.

Расчетная установленная мощность двигателя ленточного питателя:

$$N = K_3 \frac{N_1 + N_2 + N_3}{\eta} = \frac{1.3 \times (0,0406 + 0,3630 + 0,0171)}{0,8} = 0,63 \text{ кВт.}$$

Где: K_3 – коэффициент запаса мощности, $K_3 = 1.1 \dots 1.3$;

η – к.п.д. привода питателя, $\eta = 0.8 \dots 0.85$.

N_1 – мощность, потребляемая на преодоление сопротивления от трения руды о неподвижные борта питателя:

$$N_1 = \frac{W_1 \times v_{лп}}{1000} = \frac{h^2 \times \rho \times l \times f \times \delta \times g \times v_{лп}}{1000} = \frac{0.2^2 \times 3300 \times 3.12 \times 0.8 \times 0.8 \times 9.81 \times 0.0157}{1000} = 0.0406 \text{ кВт.}$$

где W_1 – сила трения руды о борта питателя, Н;

$v_{лп}$ – скорость ленты питателя, м/с; $v_{лп} = 0,0157$ м/с;

h – рабочая высота бортов, м (принимается равной высоте подъема заслонки);

ρ – плотность руды, кг/м³;

l – длина борта питателя, м; $l = 3,12$ м;

L – расстояние между осями барабанов питателя, 3,5 м;

f – коэффициент трения руды о стенки бортов, $f = 0,8 \dots 0,9$;

δ – коэффициент бокового давления, $\delta = 0,75 \dots 0,8$;

N_2 – мощность, потребляемая на преодоление сопротивление от давления смеси в зоне бункеров и копильника (заслонки):

$$N_2 = \frac{W_2 \times v_{лп}}{1000} = \frac{23118 \times 0,0157}{1000} = 0,363 \text{ кВт.}$$

где W_2 – сила сопротивления, Н.

$$W_2 = P \times f_1 = 3851,06 \times 0,60 = 23118,638$$

где f_1 – коэффициент трения резиновой ленты по стали, $f_1 = 0,4 \dots 0,6$;

P – сила активного давления руды на ленту, Н.

$$P = (g_1 + g_2) \times S = \left(\frac{\rho \times R \times g}{f_2 \times m} + h_k \times \rho \times g \right) \times S = \left(\frac{3300 \times 0,25 \times 9,81}{0,9 \times 0,6} + 0,3 \times 3300 \times 9,81 \right) \times 1,56 = 38531,064 \text{ Н.}$$

где g_1 и g_2 – удельные давления руды на ленту соответственно в бункере и копильнике, Па;

S – площадь активного давления бетонной смеси на ленту, м²

ρ – плотность бетонной смеси, кг/м³

R – гидравлический радиус выпускного отверстия бункера, м; $R=0,25$ м

f_2 – коэффициент внутреннего трения бетонной смеси, $f_2 = 0,9$

m – коэффициент подвижности бетонной смеси, $m=0,6\dots 0,7$

h_k – высота смеси в копильнике, м

g – ускорение силы тяжести, м/с^2

N_3 – мощность, потребляемая на преодолении сопротивления в роликоопорах при транспортировании руды на ленте.

$$N_3 = \frac{W_3 \times v_{лп}}{1000} = \frac{1087,732 \times 0,0157}{1000} = 0,0171 \text{ кВт.}$$

где W_3 – сила сопротивления перемещению бетонной смеси по ленте, Н

$$W_3 = G_{см} \times f_3 = B_l \times h \times L \times \rho \times g \times f_3 = 1,2 \times 0,2 \times 3,5 \times 3300 \times 9,81 \times 0,04 = 1087,733 \text{ Н.}$$

где B_l – ширина ленты питателя, м

h – толщина слоя руды на ленте, м

L – длина питателя, м

ρ – плотность руды, кг/м^3

g – ускорение силы тяжести, м/с^2

$f_3=0.03\dots 0.04$ – коэффициент трения, приведенный к роликоопорам питателя.

$M_{кр}$ – крутящий момент на приводном валу барабана ленточного питателя:

$$M_{кр} = 9550 \frac{N}{n_6} = 9550 \frac{0,68}{0,3} = 21759,12 \text{ Нм}$$