

УДК 621.31.83-52

Г.И. Бабокин, Т.В. Насонова

ЭЛЕКТРОПРИВОД ШНЕКОВОГО ПИТАТЕЛЯ

Семинар № 21

Шнековые питатели (ШП) применяются на обогатительных фабриках и металлургических заводах для дозированной подачи сыпучих материалов. Известно, что при длительной работе шнека ШП транспортируемый материал налипает и тремблется на цилиндрической поверхности питателя и при определенном слое материала происходит заклинивание лопастей шнека и электропривод стопорится, вызывая остановку транспортной цепи. Это явление называется заштыбровкой шнека ШП.

Предложена схема управления электроприводом ШП со специальным алгоритмом управления, обеспечивающим устранение заштыбровки шнека [1].

На рисунке представлена упрощен-

ная схема управления электроприводом.

Схема включает микропроцессорную систему управления (МПУ), на которую подают сигналы управления «Пуск», «Стоп» и сигнал датчика тока электродвигателя - ДТ. Основное питание статора электродвигателя осуществляется через контактор К1, контакторы К2 и К3 необходимы для кратковременного реверсирования направления вращения вала электродвигателя после его остановки.

Алгоритм управления, реализованный в МПУ, обеспечивает контроль заштыбровки шнека питателя по току электродвигателя, а при наличии заштыбровки и остановки питателя автоматическое скачивание материала и периодическое

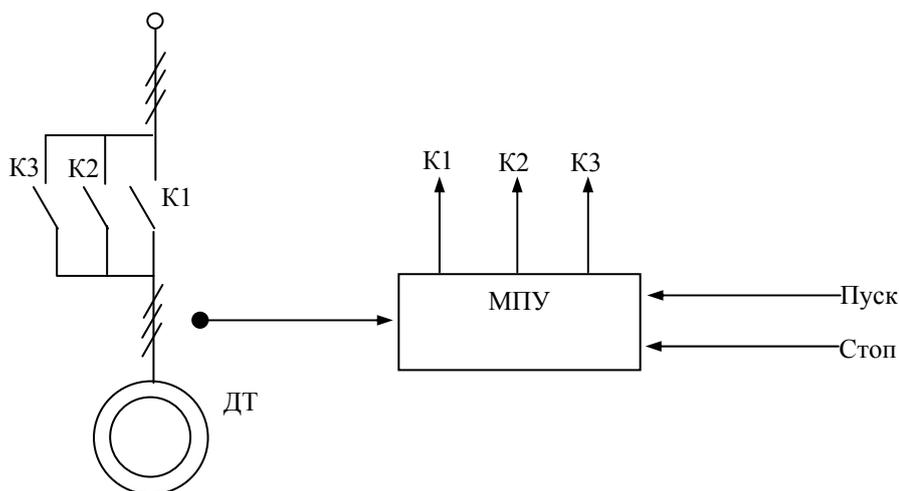


Схема управления электроприводом

реверсивное вращение питателя вперёд – назад, что, как показывает практика эксплуатации шнековых питателей, обеспечивает устранение заштыбовки шнека налипшим на стенки материалом.

Так как контроль заштыбовки осуществляется автоматически, то она рано обнаруживается и вовремя ликвидируется, поэтому ликвидируются простои шнекового питателя по фактору заштыбовки, имеющего место у существующего электропривода.

Отсутствие автоматического контроля заштыбовки у существующего привода приводит к тому, что заштыбовка

шнека питателя обнаруживается после отключения его электродвигателя тепловым реле и часто ликвидация заштыбовки реверсированием частоты вращения шнека уже невозможна и приходится вырезать в трубе питателя окна и очищать стенки от заштыбованного материала вручную. Это требует дополнительных затрат и увеличивает время простоя питателя.

Таким образом, предлагаемый электропривод имеет функциональную надёжность выше на 10 %, чем у существующего привода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авторское свидетельство №1777224. опубликовано 22.11.92 Бюл. № 43.

Коротко об авторах

Бабочкин Геннадий Иванович – профессор, доктор технических наук, заведующий кафедрой «Электротехника», проректор по научной работе,

Насонова Татьяна Васильевна – преподаватель кафедры «Электротехника»,

Новомосковский институт Российского химико-технологического университета им. Д.И. Менделеева, г. Новомосковск.



РУКОПИСИ,

ДЕПОНИРОВАННЫЕ В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ГОРНОГО УНИВЕРСИТЕТА

1. *Фомичев П.В.* Перспективы развития первоначального авторского права на художественный фильм в российском законодательстве (496/10-06 — 10.07.06) 22 с.
2. *Аракчеев С.Н.* Определение зависимостей стойкости буровых коронок от режимных параметров магнито-импульсной обработки (497/10-06 — 12.07.06) 9 с.
3. *Аракчеев С.Н.* Анализ изменения стойкости от ширины притупления режущей кромки твердого сплава буровых коронок (498/10-06 — 12.07.06) 4 с.
4. *Мулухов К.К., Беслекова З.Н.* Методика расчета и проектирования лопастного перегружателя для безударной загрузки ленточных конвейеров (499/10-06 — 12.07.06) 8 с.

УДК 621

Е.Г. Бойко, Ю.Г. Осадчук

**ПРИЧИНЫ НЕРАЦИОНАЛЬНОЙ РАБОТЫ НАСОСНЫХ
УСТАНОВОК ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО
КОМПЛЕКСА И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ**

Семинар № 21

Насосные установки являются мощными потребителями электроэнергии. На их долю приходится примерно 20 % всей электроэнергии, вырабатываемой энергосистемами страны. Поэтому одним из актуальных вопросов эксплуатации насосных установок является снижение потребления ими электроэнергии [2]. Рассмотрим причины повышенного потребления электроэнергии насосными установками и способы их устранения.

Одной из причин является несоответствие напорных характеристик насосов, работающих в параллель, характеристике трубопровода (сети).

Вследствие экспериментов установлены следующие закономерности.

1. При параллельной работе насосов с разными характеристиками прослеживается их взаимовлияние друг на друга: насосы с более высоким напором увеличивают свою подачу, а насосы с низким – уменьшают, подачу по сравнению с работой каждого на свой трубопровод. Таким образом, происходит перераспределение нагрузок, которое необходимо учитывать при работе приводных двигателей.

2. Степень взаимного влияния насосов одного на другой зависит от параметров трубопровода и сети. Чем полнее характеристика сети и чем круче ха-

рактеристика насоса – тем лучше условия параллельной работы и меньше взаимовлияние насосов одного на другой.

3. Суммарная подача параллельно работающих насосов не меньше, чем суммарная подача насосов, работающих каждый на свой трубопровод.

4. Диаметр общего трубопровода, при параллельной работе насосов на него, необходимо подбирать таким образом, чтобы потери в нем были такие, как и при работе каждого насоса на свой трубопровод (принцип равных потерь). Оптимальный диаметр напорного трубопровода может быть рассчитан по зависимости:

$$D_{opt} = 0.1 \sqrt{\frac{0.102 \cdot a_s (1 + \xi) Q_{np} \cdot Q^2}{n \cdot K_T' \cdot \eta_{сст}}},$$

где D_{opt} – оптимальный диаметр трубопровода, м; a_s – стоимость 1кВт электроэнергии, грн.; ξ – коэффициент эквивалентной длины, который учитывает потери на местных сопротивлениях: $\xi = 0,05 \div 1$; Q_{np} – объем воды, перекачиваемой насосами, м³/ч; Q – расход в одном рабочем трубопроводе, м³/ч; n – число трубопроводов, работающих самостоятельно: если трубопроводов два (рабочий и резервный), то $n = 2$; если трубопроводов три (два рабочих и один ре-

зервный), то $n = 1.5$; K_T' - коэффициент, зависящий от марки стали и рабочего давления; η_{ycm} - КПД установки: $\eta_{ycm} = \eta_n \cdot \eta_{дв} \cdot \eta_c$; $\eta_n, \eta_{дв}, \eta_c$ - КПД насоса, двигателя и сети, соответственно.

5. Потери электроэнергии при параллельной работе незначительно меньше, чем при индивидуальной работе на свой трубопровод, за счёт лучшего использования сечения трубопровода.

6. При работе на общий трубопровод насосов с разными характеристиками, напор в трубопроводе будет равен среднему арифметическому от напоров, которые имели бы место при работе каждого насоса на свой трубопровод.

Режимы параллельной работы насосов и трубопроводов должны тщательно анализироваться. Если характеристики насосов одинаковые, то при расчёте параллельной работы насосов поступают следующим образом [3].

Напорные характеристики насосов интерполируются следующим образом:

$$\begin{cases} H = H_\phi - BQ^2; \\ H = H_0 + AQ - BQ^2, \end{cases} \quad (1)$$

где H, Q - напор и подача, соответственно, $\text{кГс/см}^2, \text{м}^3/\text{ч}$; A, B - постоянные коэффициенты в интерполяционных уравнениях напора, получаемые путём интерполяции уравнения (1) и заводской характеристики насоса; H_ϕ, H_0 - напор насоса при нулевой подаче, кГс/см^2 .

Примечание. Соответствие заводских характеристик насоса и аналитических по уравнениям (1) может быть получено введением коэффициента снижения напора φ .

$$\begin{cases} H = \varphi \cdot (H_\phi - BQ^2); \\ H = \varphi \cdot (H_0 + AQ - BQ^2). \end{cases} \quad (2)$$

Для определения суммарной подачи насосов при их параллельной работе определяется подача Q_1 одного насоса (с

системы уравнений 1) с использованием условия эквивалентного трубопровода:

$$Q_1 = \sqrt{\frac{H_\phi - H_\Gamma}{a_{\text{ЭК}} + B}} \quad \text{или} \\ Q_1 = \frac{A + \sqrt{A^2 + 4 \cdot (a_{\text{ЭК}} + B) \cdot (H_0 - H_\Gamma)}}{2 \cdot (a_{\text{ЭК}} + B)}, \quad (3)$$

где H_Γ - гидравлическая высота водоподъёма, получается из характеристики условно-эквивалентного трубопровода, кГс/см^2 :

$$H = H_\Gamma + a_{\text{ЭК}} Q^2,$$

где $a_{\text{ЭК}}$ - сопротивление условно-эквивалентного трубопровода, зависящее от числа параллельно работающих насосов и трубопроводов:

$$a_{\text{ЭК}} = \frac{n^2}{N^2} \cdot a, \quad (4)$$

где n - число параллельно работающих насосов; N - число параллельно работающих трубопроводов; a - сопротивление трубопровода.

Первое уравнение подставляется в третье, затем подсчитывается $a_{\text{ЭК}}$ по формуле (4) и составляется таблица его значений в зависимости от числа параллельно работающих насосов и трубопроводов.

Суммарная подача $Q_c = n Q_1$.

Напор в начале магистрального трубопровода (в коллекторе) подсчитывается для каждого режима по следующей формуле, с подстановкой единичной подачи насоса:

$$H_1 = H_\Gamma + a_{\text{ЭК}} \cdot Q_1^2. \quad (5)$$

В последней формуле второе слагаемое выражает, по сути, потери напора в магистральном трубопроводе, которые, в случае необходимости, могут быть взяты отдельно в виде параметра $h_{\text{пот}}$:

$$h_{\text{пот}} = a_{\text{ЭК}} \cdot Q_1^2.$$

Если характеристики насосов отличаются и заданы уравнениями:

$$\left\{ \begin{array}{l} H_1 = H_{\phi 1} - B_1 Q^2; \\ H_2 = H_{\phi 2} - B_2 Q^2; \\ \dots \\ H_n = H_{\phi n} - B_n Q^2, \end{array} \right.$$

а сеть – уравнением $H = H_{\Gamma} + a_{\text{эк}} \cdot Q^2$, то для определения рабочих режимов насосов можно использовать следующее.

Находят рабочие режимы насосов исходя из допущений, что каждый из них работает самостоятельно на условно-эквивалентный трубопровод. Подача при этом будет:

$$\left\{ \begin{array}{l} Q_{1n} = \sqrt{\frac{H_{\phi 1} - H_{\Gamma}}{a_{\text{эк}} + B_1}}; \\ \dots \\ Q_{nn} = \sqrt{\frac{H_{\phi n} - H_{\Gamma}}{a_{\text{эк}} + B_n}}. \end{array} \right.$$

Напоры, согласно формуле 5:

$$\left\{ \begin{array}{l} H_{1n} = H_{\Gamma} + a_{\text{эк}} Q_{1n}^2; \\ \dots \\ H_{nn} = H_{\Gamma} + a_{\text{эк}} Q_{nn}^2. \end{array} \right.$$

Средний напор:

$$H_{\text{CP}} = \frac{H_{1n} + \dots + H_{nn}}{n}.$$

Последнее значение - напор в кольцевом коллекторе, при котором будут работать все насосы.

Подача каждого насоса:

$$\left\{ \begin{array}{l} Q_1 = \sqrt{\frac{H_{\phi 1} - H_{\text{CP}}}{B_1}}; \\ \dots \\ Q_n = \sqrt{\frac{H_{\phi n} - H_{\text{CP}}}{B_n}}. \end{array} \right.$$

Суммарная подача всех насосов:

$$Q_{\Sigma} = Q_1 + \dots + Q_n.$$

В ряде случаев превышаются мощности приводных двигателей насосов, что приводит к перерасходу электроэнергии в результате снижения КПД установки [1].

Проверку правильности выбора двигателя для технологических заданных значений H , m и Q , $m^3/ч$, следует выполнять по формуле:

$$P = \frac{k \cdot Q \cdot H \cdot \rho}{3600 \cdot 102 \cdot \eta_n \cdot \eta_{\text{п}}}, \text{ кВт},$$

где k – коэффициент запаса по мощности; η_n и $\eta_{\text{п}}$ – КПД насоса и передачи, соответственно.

Один из методов повышения КПД насосной станции – замена устаревших насосов новыми, имеющими более высокий КПД. При этом экономия электроэнергии может быть подсчитана по формуле:

$$\Delta \mathcal{E} = 0,00272 \frac{H}{\eta_{\text{дв}}} \cdot \frac{1}{\eta_n'' - \eta_n'} \times \\ \times Q \cdot T, \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{год},$$

где $\eta_{\text{дв}}$ – КПД электродвигателя; η_n'' , η_n' – КПД нового насоса и сменяемого, соответственно; T – число часов работы насоса за год.

В данное время, когда характерна работа с частой остановкой основных технологических цехов, постоянное поддержание давления на определенном уровне в общем коллекторе является нецелесообразным. Величины необходимых значений технологических параметров были оправданы при бесперебойной работе цехов. Сейчас для каждой насосной станции, поставляющей воду в технологические цеха, необходимо рассматривать все возможные варианты работы технологических цехов, и для каждого из них определять технологически оправданные значения давления в коллекторе. Это позволит избе-

жать ненужных перерасходов электроэнергии и воды. При этом необходимо:

Во-первых, по каждому технологическому цеху необходимо определить так называемые «диктующие точки» с четким обоснованием необходимого давления в этих точках. Параметры рабочей точки находятся совместным решением напорно-расходной характеристики насоса и характеристики сети:

$$Q = n \left[\frac{-B + \sqrt{B^2 - 4A(R - C)}}{2(R - C)} \right];$$

$$H = n^2 \left[\frac{-B^2/\sqrt{R} + \sqrt{B^2/R + 4A(1 - C/R)}}{2(1 - C/R)} \right],$$

где H – напор; Q – подача; A, B, C – постоянные коэффициенты; n – скорость вращения; R – гидравлическое сопротивление сети.

Информация про давление в этих точках должна быть у оператора насосной станции, который по необходимым значениям давления в «диктующих точках» осуществляет регулирование расхода насосных установок станции. Эту функцию могут выполнять устройства автоматики, настроенные по соответствующим принципам регулирования.

Во-вторых, в данное время наиболее целесообразным видится путь определения оптимального давления в общем коллекторе насосной станции для всех возможных комбинаций режимов работы основных технологических цехов. При этом оператор насосной станции должен постоянно иметь информацию о работе основных технологических цехов и принимать соответствующие решения на изменение режимов работы насосного оборудования. Указанную функцию могут выполнять устройства автоматики, настроенные соответствующим образом.

Для рациональной эксплуатации необходимо четкий контроль технологических параметров работы как на выходе насосной станции, так и по всем основным потребителям технологических цехов. К технологическим параметрам, подлежащим контролю, относятся давление и расход. В настоящее время на насосных станциях контролируется лишь значение давления в общем коллекторе насосной станции. Расход рассчитывается по времени работы каждого насоса путем перемножения номинальной производительности насосов на время их работы. Это очень часто приводит к большим несоответствиям между водой, которую потребляют цеха, и водой, которую перекачивают насосы, производительность которых регулируется заслонками. Оптимальным вариантом в данном случае, кроме общего контроля давления и расхода по насосной станции, была бы обвязка каждого насосного агрегата датчиками давления и расхода, счетчиками активной и реактивной мощностей. Кроме основных технологических цехов в целом, контролю по давлению и расходу должны быть подвергнуты наиболее мощные потребители воды основных цехов. Без элементарного контроля хотя бы в целом по основным технологическим цехам параметров давления и расхода, ни о какой автоматизации, даже о локальной, не может быть и речи [2].

Четко отлаженный контроль основных технологических параметров работы насосов, насосных станций и потребителей воды технологическими цехами – начальный этап повышения эффективности работы насосных станций.

Расхождение между данными насосных станций и технологических цехов огромны, достигают 30–40 % (с учетом потерь воды на утечки в трубопроводах, которые принимают 5–7 %). Такой под-

счет не учитывает износ насосов (КПД насоса и производительность уменьшаются с увеличением срока службы), а также возможного снижения производительности насоса за счет регулирования дросселированием (этим способом регулирования производительность насосов может быть снижена на 30–35 %).

Из вышесказанного следует вывод о необходимости регулирования техноло-

гических параметров насосных станций с использованием регулируемых электроприводов.

Устранение вышеперечисленных причин повышенного потребления электроэнергии насосными установками приведёт к снижению расхода электроэнергии, вследствие чего значительно повысится рентабельность работы насосных установок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Дмитренко Ю.А.* Регулируемый электропривод насосных агрегатов, Кишинёв, Штиинца, 1985. – 99 с.

2. *Лезнов Б.С.* Экономия электроэнергии в насосных установках, - Москва, Энергоатомиздат, 1991. – 144 с.

3. *Карнаухов В.А.* Монтаж, наладка и эксплуатация насосных установок, - Киев, Будівельник, 1976. – 136 с.

Коротко об авторах

Осадчук Юрий Григорьевич – декан электротехнического факультета, кандидат технических наук, доцент кафедры автоматизированного электропривода,

Бойко Евгений Георгиевич – аспирант кафедры автоматизированного электропривода, Криворожский технический университет.



ДИССЕРТАЦИИ

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	Название работы	Специальность	Ученая степень
СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ			
ПЛИЕВ Илья Гивиевич	Обоснование технологических схем отработки запасов сильнонарушенных руд в условиях высокого горного давления (на примере эксплуатации месторождений Талнахского рудного узла)	25.00.22	к.т.н.