

## ПРИНЦИП И СТРУКТУРА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ШАХТНЫХ КОНВЕЙЕРНЫХ ЛИНИЙ С ПРОМЕЖУТОЧНЫМИ БУНКЕРАМИ

Борисов А.А., Жукова Н.В., Яремко И.Н.  
Донецкий государственный технический университет  
Кафедра АТ

### Abstract

*Borisov A. and other. Principle and general structure of a system of automated control by a complex mining conveyor line with intermediate bunkers. In the article are presented a principle and general structure of a system of automated control by a complex mining conveyor line with intermediate bunkers, providing its continuous, rhythmical work with loading close to nominal at the expense of optimum control of stocks in bunkers and sharp variations goods traffics.*

Работа добычных участков шахт характеризуется неравномерным поступлением угольного потока из забоев. В этих условиях для сглаживания резких колебаний величины угольного потока в местах погрузки и перегрузки его на магистральные конвейерные линии используют бункерные устройства, оборудованные данными питателями (дозаторами). Однако, при ручном управлении сложной конвейерной системой с бункерными устройствами, забой в случаях необходимости одновременной разгрузки нескольких бункеров и интенсивном потоке угля вынуждены прерывать работу, а в случае резкого уменьшения потока и отсутствия угля в бункере должны останавливаться подбункерные конвейеры или вся конвейерная линия. При этом из-за отсутствия автоматического контроля и управления системой, несмотря на значительные емкости бункеров, обеспечить надежную, бесперебойную и ритмичную работу конвейерной системы не удастся.

На рис.1.а и рис.1.б приведены принцип и общая структура системы автоматизированного управления, обеспечивающие непрерывную, ритмичную работу сложных конвейерных линий с производительностью (загрузкой) близкой к номинальной.

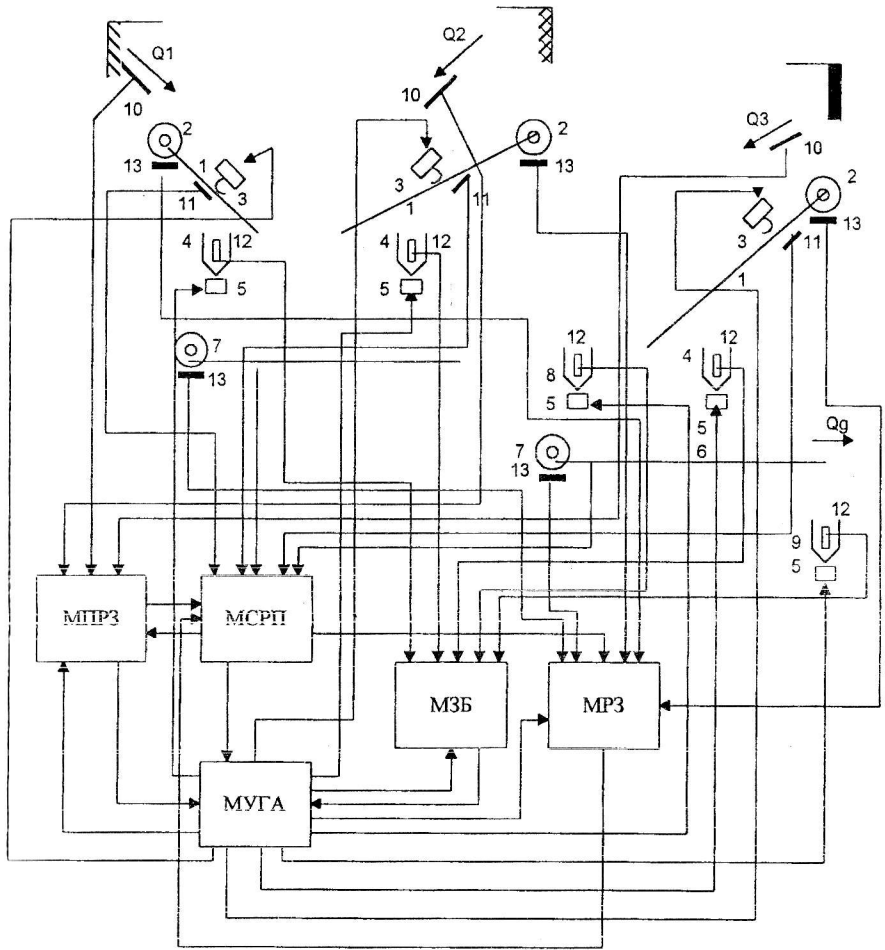


Рисунок 1.а - Структурная схема САУ конвейерной линии.

Структура технологической части (рис.1.а) включает: заборы  $Q_1-Q_3$  как источники угольного потока; подающие конвейеры 1 с приводами 2 и с шлужковыми сбрасывателями 3, для направления потока либо в бункеры либо мимо их непосредственно на последующие конвейеры; бункерные устройства 4 с подбункерными конвейерными питателями 5 для регулирования потока из

бункеров; магистральные конвейерные линии 6 с приводами 7 и промежуточным бункером 8; концевой бункер 9 скипового подъема.

Система автоматизированного контроля и управления содержит: датчики 10 информации о работе забоев (комбайнов); модель МПРЗ прогнозирования работы забоев по предыстории, состоянию или экспертами; датчики 11 веса груза (или только его наличия) на ленте конвейера; модель МСРП статистического и расчетного прогнозирования потоков грузов на входах конвейерных линий; датчики 12 уровня угля в бункерах для оценки имеющихся запасов; модель МЗБ оценки запасов, имеющихся в бункерах на данный момент; датчики 13 мощности загрузки приводных двигателей, пропорциональной грузу, находящемуся на ленте работающего конвейера; модель МРЗ оценки распределенного запаса груза на лентах конвейерных линий; модель МУГА управления грузопотоками и адаптации системы.

Задача оптимизации грузопотоков ставится следующим образом. Рассматривается сложная система конвейерного транспорта, включающая источники потока грузов, транспортные звенья, емкости для приема грузов, перегрузочные устройства для подачи грузов в основное магистральное транспортное звено с заданной пропускной способностью. Потоки грузов от источников стохастические, переменные с прогнозируемым значением на данном интервале. Известно среднее (плановое) суммарное значение потока груза от источников равное пропускной способности транспортной системы. Известны необходимые запасы по пропускной способности подающих звеньев и магистрального транспортного звена, обеспечивающие перспективное развитие угледобычи.

В виду большой дисперсии, резких колебаний грузопотоков, может оказаться, что в момент прекращения грузопотока запас его в емкости будет малым или отсутствовать, что может вызвать остановку конвейерной линии, а при резком увеличении потока и большом запасе угля в емкости возможно переполнение бункера и остановка забоя. Задача заключается в поддержании непрерывного баланса между входными (в том числе и будущими) потоками из

забоев, запасами грузов сосредоточенными в бункерах и распределенными конвейерных линиях как источниками будущих потоков, и выходными управляемыми потоками таким образом, чтобы обеспечивалась непрерывная работа конвейерной системы с пропускной способностью близкой номинальной.

На рис. 1.6 приведен график, иллюстрирующий предложенный принцип оптимизации грузопотоков. Здесь приняты следующие обозначения:  $\Delta t_0$ ,  $\Delta t_{уп}$  - интервалы оптимизации, регулирования и упреждения возмущен (колебаний грузопотоков) по прогнозу,  $\tau$  - интервал определения действительного  $Q_d(t)$  грузопотока (движущегося на ленте конвейера груз который будет перемещаться в течение времени  $\tau$  от начала к концу конвейера  $Q_n(t)$  - прогнозный грузопоток на интервале оптимизации  $\Delta t_0$ ,  $Q_{ур}$ ,  $Q_{уп}$  усредненные прогнозные грузопотоки на интервалах регулирования  $\Delta t_p$  упреждения  $\Delta t_{уп}$ ,  $Q_0$  - средний грузопоток из-за боев, на который рассчитана пропускная способность конвейерной системы,  $\Delta Q_1$  - величина превышения средним потоком  $Q_{уп}$  на интервале регулирования среднего потока  $Q_0$  за время интервала оптимизации  $\Delta t_0$ ,  $\Delta Q_2$  - величина недостачи прогнозным потоком на интервале упреждения  $\Delta t_{уп}$  среднего потока  $Q_0$ , которая должна будет передаться с интервала  $\Delta t_p$  на интервал  $\Delta t_{уп}$  в виде накопления запаса для обеспечения непрерывной работы конвейера.

Идея оптимизации заключается в комплексном использовании средств управления запасами в бункерах для обеспечения непрерывности грузопотоков потребителю и управления грузопотоком в допустимых пределах так, чтобы запасы находились в пределах емкостей бункеров и сохранялось среднее оптимизируемое значение грузопотока к потребителю. Другой особенностью принципа оптимизации системы является возможность учета использования всей информации о текущем, прошлом и будущем (прогнозные состояние системы. Для этого весь интервал оптимизации  $\Delta t_0$  разбит на интервалы регулирования  $\Delta t_p$  и упреждения  $\Delta t_{уп}$ .

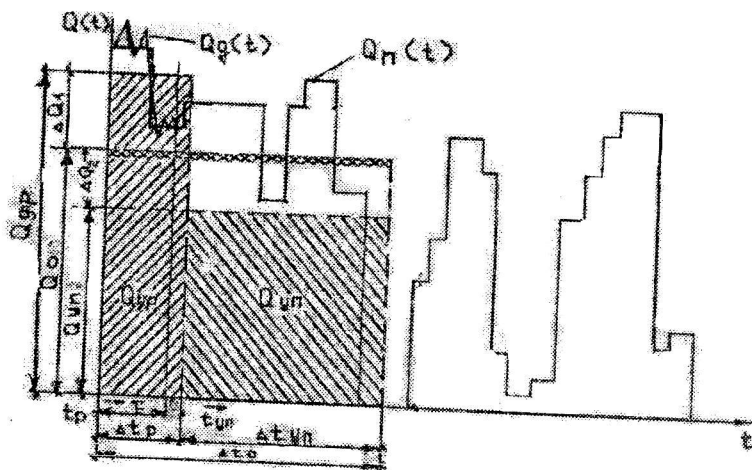


Рисунок 1.6. График оптимизации грузопотоков.

Интервал регулирования необходим для перевода инерционного звена бункера и конвейерной линии в нужное состояние за  $\Delta t_p$  заранее для накопления или расходования запаса груза. Интервал упреждения  $\Delta t_{уп}$  необходим для определения направления перевода узла в то или иное состояние (расходования или накопления запасов) по ожидаемому (прогнозируемому) грузопотоку на этом интервале. Кроме того введен интервал  $\tau$  определения гарантированного измеряемого грузопотока, который может быть обеспечен на время  $\tau$  движущимися на конвейерах распределенными, определяемыми по предыстории начиная с момента  $t-\tau$  и фиксировавшихся датчиками веса груза по ленте конвейера.

Функционирование системы оптимизации (рис.1.а) осуществляется в следующем порядке.

По информации датчиков 10 о текущем состоянии и данным экспертных (оперативных) оценок будущего состояния забоев, регистрации предыстории работы забоев в моделях МПРЗ и МСРП вырабатываются прогнозы усредненных грузопотоков  $Q_{ур}$  и  $Q_{уп}$  на интервалах  $\Delta t_p$  и  $\Delta t_{уп}$ . Одновременно в моделях МСРП и МРЗ по показаниям датчиков веса 11 груза на лентах

конвейеров и датчиков 13 загрузки приводных двигателей конвейеров 1, 6 определяется величина распределенного запаса груза и будущий усредненный грузопоток  $Q_d$  на интервале  $\tau$  при разгрузках конвейерных линий. Все потоки  $Q_{yp}$ ,  $Q_{yn}$ ,  $Q_d$  прогнозируются и усредняются на своих интервалах  $\Delta t_p$ ,  $\Delta t_{yn}$ ,  $\tau$  в скользящем режиме. По данным текущих оценок работы забоев (комбайнов) и оценок экспертов МПРЗ, статическому прогнозу по предыстории конвейерной системы (МСРП) и данным о потоке  $Q_d$  на интервале  $\tau$  (МРЗ) составляется гибридный прогноз  $Q_{yp}$  и  $Q_{yn}$  для  $\Delta t_p$ ,  $\Delta t_{yn}$  с учетом «весов» составляющих прогнозов. При этом «веса»  $\omega_i$  для составляющих прогнозов, определенных по различным каналам, являются переменными оптимизации для модели МУГА управления и адаптации прогнозных моделей (МПРЗ, МСРП, МРЗ) по критерию достоверности. Таким образом, в модели МУГА в любой момент времени имеется информация о будущем состоянии конвейерной системы по грузопотокам  $Q_{yp}$  и  $Q_{yn}$ . Далее по показаниям датчиков уровня 12 в бункерах 4, 8 в модели МЗБ формируются величины запасов грузов, также поступающих в модель МУГА для управления грузопотоками. В модели МУГА по прогнозным грузопотокам  $Q_{yp}$  на интервале  $\Delta t_p$  (рис.1.б) и  $Q_{yn}$  на интервале  $\Delta t_{yn}$ , определяется среднее значение грузопотока, с которым должна работать система весь интервал  $\Delta t_0 = \Delta t_p + \Delta t_{yn}$ . Если поток  $Q_{yp}$  на интервале  $\Delta t_p$  превышает средний опорный  $Q_0$  (как показано на рис.1.б) на  $\Delta Q_1$ , а  $Q_{yn}$  меньше опорного на  $\Delta Q_2$ , то во избежание остановки конвейера в интервале  $\Delta t_{yn}$  МУГА определяет запас, который должен быть накоплен за  $\Delta t_p$  при большом грузопотоке, так чтобы его хватило для работы конвейера в период  $\Delta t_{yn}$  при малом грузопотоке, и обеспечивалась средняя производительность конвейерной линии, равная среднему грузопотоку  $Q_0$  за период  $\Delta t_0$ . После определения в МУГА необходимого запаса в бункерах, который должен быть накоплен на интервале  $\Delta t_p$  для обеспечения работы конвейеров на интервале  $\Delta t_{yn}$ , рассчитывается производительность подбункерного (подающего) конвейера с учетом работы его на запасе при малом грузопотоке на прогнозном интервале

$\Delta t_{уп}$ . Расчетные значения уровня в бункере и производительности конвейера передаются блоком МУГА для исполнения на дозаторы 5 бункерных устройств и плужковые сбрасыватели 3. Кроме того, по сигналам рассогласования прогнозных и реальных значений грузопотоков и запасов грузов из блока МУГА на выходы моделей МПРЗ, МСРЦ, МЗБ и МРЗ подаются корректирующие сигналы для их адаптации.

Таким образом, приведенный принцип и структура оптимизации обеспечивают работу конвейерной системы в непрерывном режиме с спускной способностью близкой к среднему грузопотоку  $Q_0$  из забоев, за счет оптимального управления запасами в бункерах и резких колебаний грузопотоков.