

## 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, забои 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 удается.

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.

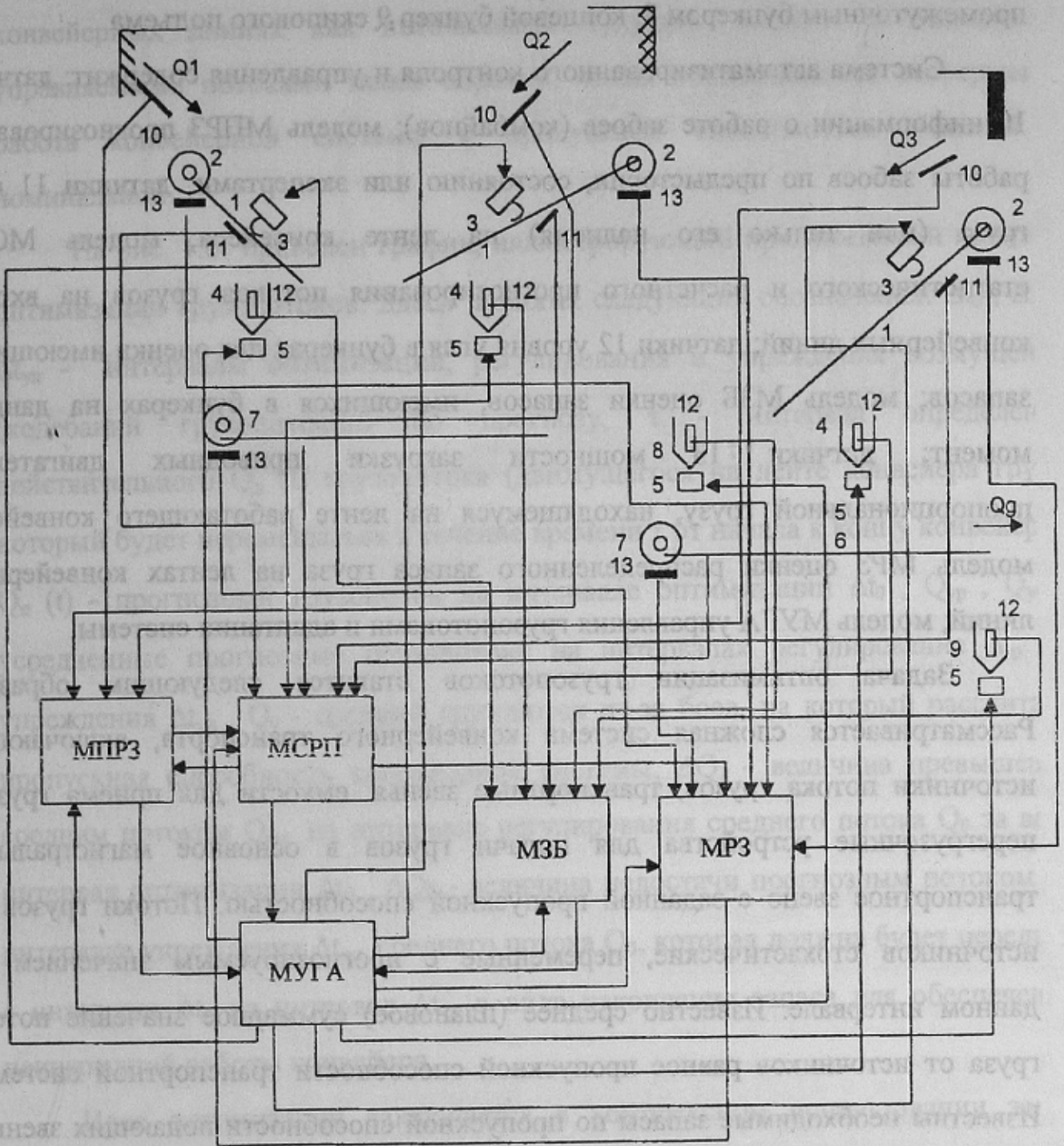


Рисунок 1.а - Структурная схема САУ конвейерной линии.

Структура технологической части (рис.1.а) включает: забой  $Q_1-Q_3$  как источники угольного потока; подающие конвейеры 1 с приводами 2 и с плужковыми 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 выходны управляемыми потоками таким образом, чтобы обеспечивалась непрерыви 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 определен действительного  $Q_d(t)$  грузопотока (движущегося на ленте конвейера груз который будет перемещаться в течение времени  $\tau$  от начала к концу конвейер  $Q_n(t)$  - 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 превышен средним потоком  $Q_{уп}$  на интервале регулирования среднего потока  $Q_0$  за весь интервал оптимизации  $\Delta t_0$ ,  $\Delta Q_2$  - величина недостачи прогнозным потоком интервале упреждения  $\Delta t_{уп}$  среднего потока  $Q_0$ , которая должна будет передат 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 запасов управления запасами в бункерах для обеспечения непрерывности грузопотока потребителю и управления грузопотоком в допустимых пределах так, что 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  $\Delta t_{уп}$ .

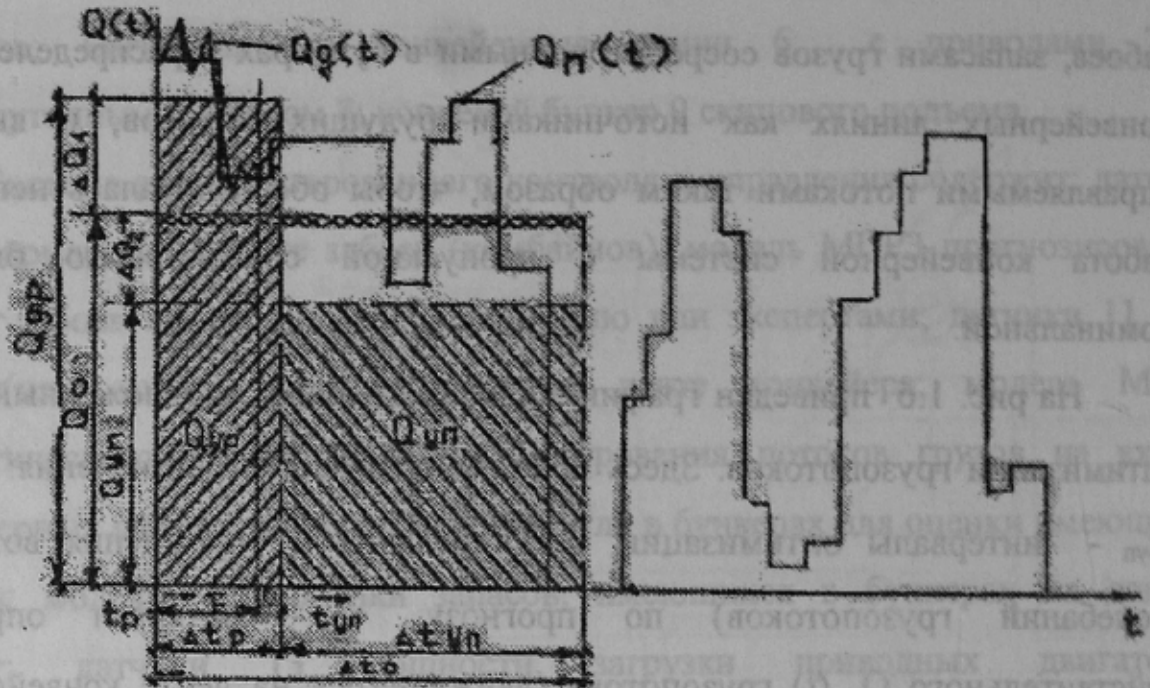


Рисунок 1.6. График оптимизации грузопотоков.

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  $Q_{гп}$  и  $Q_{нп}$  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  $Q_{ур}$ ,  $Q_{уп}$ ,  $Q_d$  прогнозируются и усредняются на своих интервалах  $\Delta t_p$ ,  $\Delta t_{уп}$ ,  $\tau$  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  $Q_{ур}$  и  $Q_{уп}$  для  $\Delta t_p$ ,  $\Delta t_{уп}$  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  $Q_{ур}$  и  $Q_{уп}$ . 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  $Q_{ур}$  на интервале  $\Delta t_p$  (рис.1.б) и  $Q_{уп}$  на интервале  $\Delta t_{уп}$ , определяется среднее значение грузопотока, с которым должна работать система весь интервал  $\Delta t_0 = \Delta t_p + \Delta t_{уп}$ . Если поток  $Q_{ур}$  на интервале  $\Delta t_p$  превышает средний опорный  $Q_0$  (как показано на рис.1.б) на  $\Delta Q_1$ , а  $Q_{уп}$  меньше опорного на  $\Delta Q_2$ , то во избежании остановки конвейера в интервале  $\Delta t_{уп}$  МУГА определяет запас, который должен быть накоплен за  $\Delta t_p$  при большом грузопотоке, так чтобы его хватило для работы конвейера в период  $\Delta t_{уп}$  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  $\Delta t_{уп}$ , 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, МСРП, МЗБ и МРЗ подаются корректирующие сигналы для их адаптации.

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

Рисунок 1.6 График оптимизации грузопотоков

