

Оптимизация производительности процесса перегрузки зерна в условиях ограничения типа «аварийная ситуация»

С.В. Шестопапов¹, В.А. Хобин²

Аннотация – The questions of efficiency economic increase of an grain overload processes by line-transport lines at the factories are considered. The purpose was attaining due to of automatic control systems with switched structure which algorithms provide line productivity which is close to limiting - achievable, and prevention of emergency situations.

Ключевые слова – Line-transport line, Bucket elevator, Grain, Emergency situation, Control, Optimization.

I. ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА КАК ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ

Процессы перегрузки зерна, реализуемые поточно-транспортными линиями (ПТЛ), составляют основную часть технологических процессов предприятий, обеспечивающих его приемку, хранение, переработку (подработку) и отгрузку. У зерновых терминалов, обеспечивающих формирование крупных партий зерна и их отгрузку на железнодорожный, речной и морской транспорт, доля таких процессов максимальна. Время выполнения операции перегрузки и энергозатраты на нее определяются производительностью ПТЛ. Регулирование производительности ПТЛ осуществляется изменением расхода зерна из расходной емкости на первый конвейер линии. Ее рост ограничен особенностями конструкции и эксплуатации транспортирующего оборудования ПТЛ – конвейеров различных типов, включая ковшовый конвейер для вертикального транспортирования – норию.

Эти особенности проявляются в возникновении аварийных ситуаций (АС) двух типов, когда аварийная защита, предотвращая их развитие в аварию, отключает конвейер, где она возникла, и все предшествующие ему конвейеры в аварийном режиме, т.е. без их разгрузки от транспортируемого материала. Такое отключение сопровождается не только увеличением времени операции по перегрузке зерна и энергозатрат, но и деградацией свойств обмоток изоляции приводных электродвигателей (ПЭД) конвейеров, силовых контактов их пускателей, образованием завалов зерна, которые перед новым пуском ПТЛ необходимо ликвидировать вручную.

Первый тип АС связан с перегревом ПЭД одного из конвейеров ПТЛ (событие S^{T3}) в связи с перегрузкой их из-за превышения массовой производительности ПТЛ допустимого значения. В этом случае аварийная защита реализуется реле тепловой защиты (РТЗ). Второй тип АС связан с возникновением завала рабочего пространства конвейера (событие $S^{ДП}$) из-за превышения допустимого

значения его объемной производительности, и сопровождается прекращением процесса транспортировки конвейером, где развился завал. В этом случае аварийная защита реализуется датчикам-реле подпора зерна с небольшой выдержкой по времени.

Принципиальная особенность ПТЛ, включающих в себя нории, заключается в том, что они, как правило, являются их «узким местом» по объемной производительности. В этом случае проблемы повышения производительности таких ПТЛ связаны, прежде всего, с возникновением АС второго типа. Управление ими осложняется двумя основными факторами: а) значение объемной производительности, соответствующее образованию подпора зерна в нории (АС при событии $S^{ДП}$) априори неизвестно и изменяется с изменением механических свойств зерна и технического состояния нории; б) штатный канал регулирования производительности имеет запаздывание, которое может на порядок превосходить инерционность нории по этому каналу.

В этой работе рассмотрим подходы к разработке САУ, реализующей две основные функции: а) оптимизации производительности ПТС; б) предотвращения события $S^{ДП}$.

II. КОНЦЕПЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ

Известные САУ перегрузкой зерна ПТЛ, [1], реализуют лишь функцию стабилизации загрузки линии по степени загрузки нории, оставляя функцию выбора ее заданного значения, как и ответственность за результаты неэффективного управления, в т.ч. за возникновение АС и их последствия, оператору. Опасаясь АС, оператор всегда ведет процесс транспортирования с существенной недогрузкой. Последствия этого – увеличение времени и энергозатрат на процесс транспортирования зерна.

Расширение функций САУ за счет функций оптимизации и предотвращения АС по $S^{ДП}$ реализуются в классе систем с коммутируемой структурой. Сущность коммутации – при событии $S^{ДП}$ производится временная перекоммутация штатного канала управления на канал управления без запаздывания (за счет регулирования скорости конвейера), а после ликвидации АС безударное возвращение к исходной структуре. Структура такой САУ и результаты ее моделирования приведены на рис. 1 и 2.

¹ Инжиниринговая компания «С-инжиниринг», ул. Н. Боровского, 28, Одесса, 65031, УКРАИНА, E-mail: stanislav.shestopalov@se.ua

² Одесская национальная академия пищевых технологий, ул. Канатная, 112, Одесса, 65039, УКРАИНА, E-mail: khobin@onaft.edu.ua

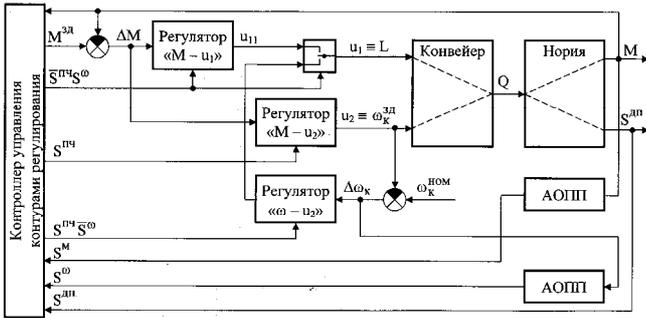


Рис.1. Схема САУ с коммутируемой структурой (АОПП – анализатор окончания переходного процесса)

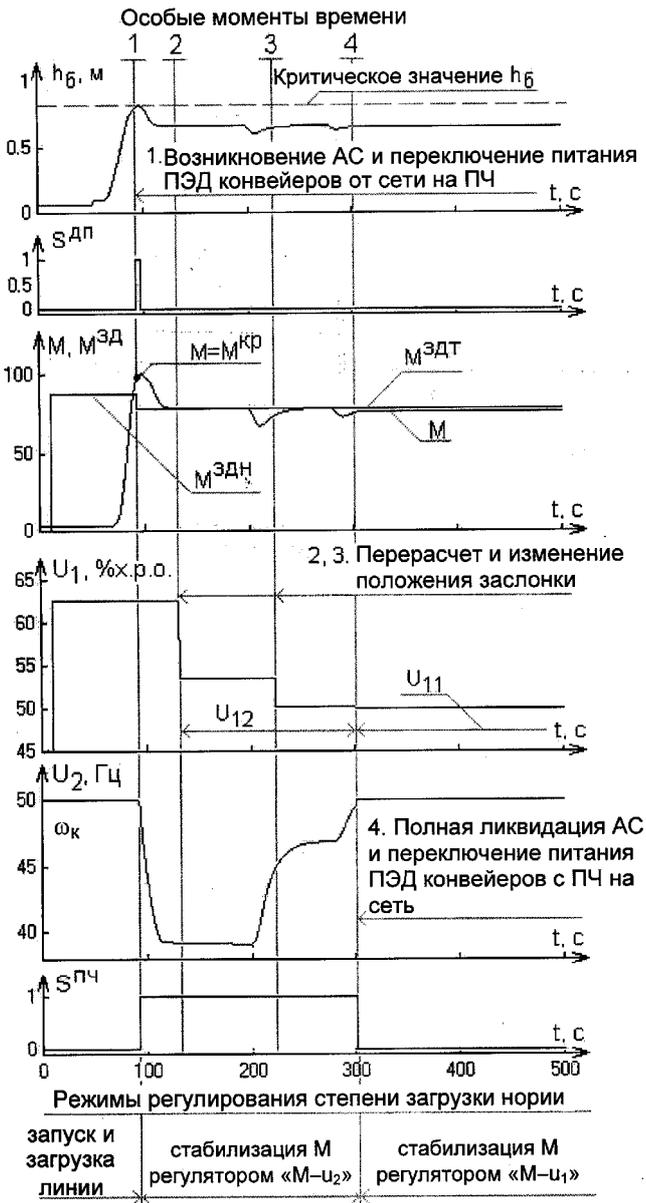


Рис.2. Переходные процессы в САУ с коммутируемой структурой

Обозначения, принятые на рис. 2, расшифровки которых нет в тексте или на схеме САУ: h_b – уровень сыпучего материала в башмаке нории; ПЧ – преобразователь частоты для управления скоростью конвейеров, которые предшествуют нории.

Подробное описание рассмотренной САУ дано в [2].

III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотренная САУ должна развиваться в двух направлениях. Во-первых, за счет реализации новых функций, прежде всего, это функции гарантированного предотвращения АС обоих типов при работе ПТЛ. Здесь решение задачи может быть найдено в классе систем гарантирующего управления [3]. Во-вторых, за счет повышения эффективности реализации «старых» функций, прежде всего, функции регулирования степени загрузки нории. Здесь решение задачи может быть найдено за счет развития структуры контура регулирования, применением в нем каскадной структуры и прогнозирующих корректирующих связей.

Отметим также, что, используя формальную математическую терминологию, задачу, сформулированную выше, можно было бы рассматривать как задачу условной оптимизации. Однако известные процедуры решения таких задач здесь совершенно непригодны. Ее принципиальное отличие состоит в том, что это задача должна решаться в реальном времени на реальном объекте управления при его непрерывном функционировании между моментами пуска и останова, в условиях неопределенностей основных свойств ОУ. А это требует физически обусловленных подходов и технически реализуемых решений.

СПИСОК ССЫЛОК

- [1] Патент на корисну модель № 34335 (UA), B65G 17/00: Спосіб автоматичного керування завантаженням потоково-транспортної лінії сипких матеріалів / Хобін В.А., Андріященко Г.В. – Заявлено 25.02.2008; Опубл. 11.08.2008, Бюл. № 15. – 4 с.
- [2] Патент на корисну модель № 57903 (UA), B65G 17/00: Спосіб автоматичного керування завантаженням потоково-транспортної лінії сипких матеріалів / Аннасв Б.С., Герасимов В.В., Хобін В.А., Кір'язов І.М., Шестопапов С.В. та ін. – Заявлено 29.12.2010; Опубл. 10.03.2011, Бюл. № 5. – 22 с.
- [3] Хобин В.А. Системы гарантирующего управления технологическими агрегатами: основы теории, практика применения. – Монография: Одесса: «ТЭС», 2008. – 304 с.