

Научно-исследовательская и конструкторская деятельность компании «С-инжиниринг» направлена на создание современных систем автоматизированного управления технологическими процессами (АСУТП) предприятий по хранению и перевалке зерна.

## Инновационная составляющая в разработках компании «С-инжиниринг» SENUMAC: Способ автоматического управления загрузкой поточно-транспортной линии сыпучих материалов

Важнейшим и достаточно энергоёмким процессом предприятий по хранению и перевалке зерна является процесс транспортировки зерна при его приёмке, подработке, отпуске. Реализуется такой процесс поточно-транспортными линиями, куда входят группы конвейеров сыпучих материалов различных типов, включая конвейеры для вертикальной транспортировки – нории.

Разработанный способ наиболее актуален к применению в системах автоматического управления процессом транспортировки сыпучих материалов поточно-транспортными линиями (ПТЛ), включающими конвейеры и нории с асинхронными приводными электродвигателями, когда ставится задача максимально сократить время перегрузочных операций для различных видов сыпучих материалов и затраты энергии на их реализацию.

*Данное решение обуславливается необходимостью:*

- предотвращения аварийных отключений конвейеров и нории ПТЛ сыпучих материалов, связанных с переполнением башмака этой нории сыпучим материалом, в условиях, когда априори неизвестные характеристики сыпучего материала и транспортирующая способность нории изменяются в широких диапазонах;
- повышения производительности этой линии вплоть до ее предельно достижимого значения, соответствующего текущим характеристикам сыпучего материала и транспортирующей способности нории;
- сохранения уровня надёжности оборудования линии;
- минимизации затрат на реализацию системы автоматического управления.

### Суть предложенного «С-инжиниринг» способа

Максимально достижимая производительность всей ПТЛ ограничена предельным (критическим) значением объемной производительности нории. При его превышении в приемном башмаке нории начинает повышаться уровень и развиваться завал транспортируемого материала. Предотвращая его, аварийная защита, реализуемая датчиками-реле уровня (подпора), отключает конвейеры ПТЛ в аварийном режиме, т.е. без их разгрузки от транспортируемого материала. Такое отключение сопровождается не только увеличением времени операции по перегрузке сыпучего материала и энергозатрат, но и деградацией свойств обмоток изоляции приводных электродвигателей (ПЭД) конвейеров, силовых кон-



10.03.2011 года в Государственном реестре патентов Украины был зарегистрирован патент на полезную модель, а 12.09.2011 – патент на созданное группой специалистов компании «С-инжиниринг» изобретение:

«Способ автоматического управления загрузкой поточно-транспортной линии сыпучих материалов».

тактов их пускателей, образованием завалов сыпучего материала, которые перед новым пуском ПТЛ необходимо ликвидировать вручную. Отказ аварийной защиты повлечет за собой еще более тяжелые последствия, в частности:

а) образование многотонных завалов сыпучего материала в точке его перегрузки с транспортера в башмак норрии;

б) заклинивание ленты норрии сыпучим материалом, ее проскальзывание на приводном барабане, развитие процесса ее нагрева и перегрева от трения о барабан, возгорание, обрыв и обрушение ленты в норрийные трубы, и взрыв их воздушно-пылевой смеси.

рийных ситуаций и их последствий, снижает ее загрузку транспортируемым материалом, одновременно снижая тем самым и показатели эффективности ее работы.

В соответствии с предложенным способом автоматического управления, целенаправленно создаются условия, при которых в башмаке норрии начинает повышаться уровень (развиваться завал) транспортируемого сыпучего материала. При достижении уровнем критического значения, определяют величину нагрузки ПЭД норрии, соответствующую критическому значению объемной производительности норрии. Для предотвращения срабатывания аварийной защиты, регулирование загрузки ПТЛ переключают с изменения положения подбункерной задвижки на изменение скорости подбункерных конвейеров, что резко снижает запаздывание в канале регулирования. При этом, одновременно, ток нагрузки ПЭД норрии стабилизируют на значении несколько ниже критического. После окончания первого этапа процесса этой стабилизации, начинают изменять положение задвижки до такой степени, чтобы скорость подбункерных конвейеров стала равна их номинальному значению. После этого регулирование (стабилизация) загрузки ПТЛ, определяемая по величине нагрузки ПЭД норрии, начинает вновь осуществляться изменением положения подбункерной задвижки, причем на новом, близком к критическому, заданном значении.

Один из вариантов системы автоматического управления, реализующей запатентованный способ, представлен на рис.1, на котором обозначены:

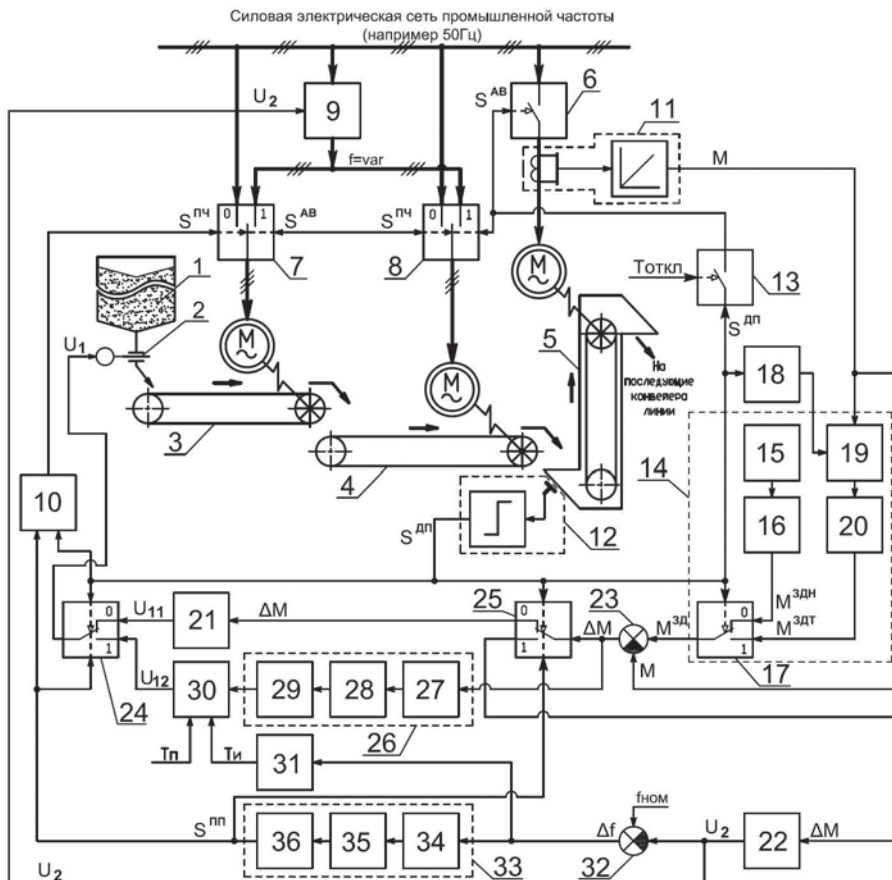


Рис. 1

Важно, что критическое значение объемной производительности норрии априори неизвестно, т.к. на его конкретное значение влияют многие факторы, которые могут существенно изменяться непосредственно в ходе процесса транспортирования.

К таким факторам относятся изменения характеристик:

а) транспортируемого материала, например, его фракционного состава, коэффициента внутреннего трения;

б) технического состояния норрии, например, количество частично или полностью оборванных ковшей норрии, изменение степени натяжения норрийной ленты и ее перекоса.

Последние характеристики влияют на амплитуду и частоту колебаний ковшей и, следовательно, на фактическую степень их максимального заполнения сыпучим материалом при его транспортировании. В условиях таких неопределенностей, оператор ПТЛ, опасаясь возникновения описанных ава-

риальных ситуаций и их последствий, снижает ее загрузку транспортируемым материалом, одновременно снижая тем самым и показатели эффективности ее работы.

В соответствии с предложенным способом автоматического управления, целенаправленно создаются условия, при которых в башмаке норрии начинает повышаться уровень (развиваться завал) транспортируемого сыпучего материала. При достижении уровнем критического значения, определяют величину нагрузки ПЭД норрии, соответствующую критическому значению объемной производительности норрии. Для предотвращения срабатывания аварийной защиты, регулирование загрузки ПТЛ переключают с изменения положения подбункерной задвижки на изменение скорости подбункерных конвейеров, что резко снижает запаздывание в канале регулирования. При этом, одновременно, ток нагрузки ПЭД норрии стабилизируют на значении несколько ниже критического. После окончания первого этапа процесса этой стабилизации, начинают изменять положение задвижки до такой степени, чтобы скорость подбункерных конвейеров стала равна их номинальному значению. После этого регулирование (стабилизация) загрузки ПТЛ, определяемая по величине нагрузки ПЭД норрии, начинает вновь осуществляться изменением положения подбункерной задвижки, причем на новом, близком к критическому, заданном значении.

Один из вариантов системы автоматического управления, реализующей запатентованный способ, представлен на рис.1, на котором обозначены:

14 — датчик нагрузки приводного электродвигателя нории;  
 15 — блок выбора кода транспортируемого материала;  
 16 — блок хранения начальных (номинальных) значений нагрузки приводного электродвигателя нории;  
 17 — коммутатор заданного значения нагрузки приводного электродвигателя нории;  
 18 — формирователь импульсов;  
 19 — блок записи и хранения;  
 20 — блок масштабирования;  
 21 и 22 — регуляторы нагрузки приводного электродвигателя нории;

нием башмака нории сыпучим материалом, представлен на рис.2, на котором обозначены:

ПЭД — приводной электродвигатель;  
 АС — аварийная ситуация;  
 ПЧ — преобразователь частоты;  
 $h_б$  — уровень сыпучего материала в башмаке нории;  
 $M, M_{ЗДН}, M_{ЗДТ}$  — соответственно, нагрузка ПЭД нории и её заданные начальное и текущее значения;  
 $S_{ДП}$  — состояние датчика подпора сыпучего материала в башмаке нории;  
 $S_{ПЧ}$  — команда управления включением преобразователя частоты.

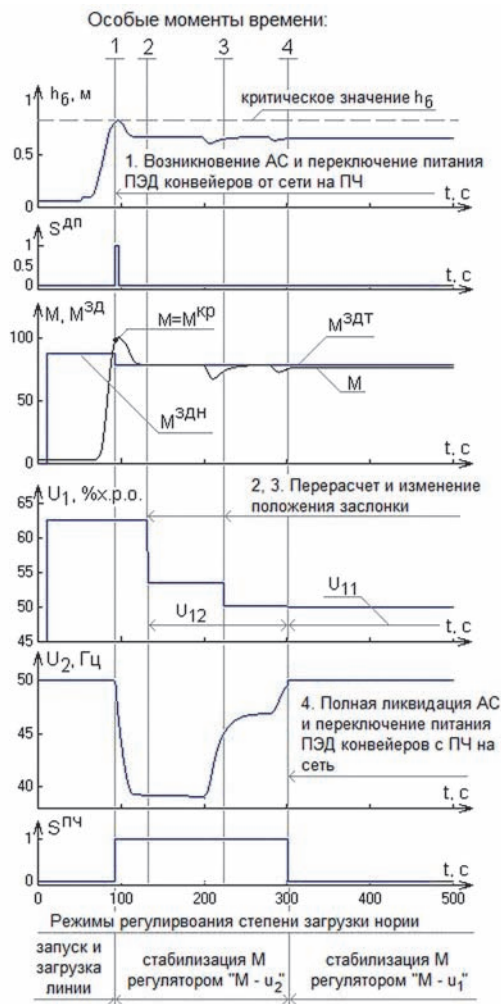


Рис.2

23 и 32 — алгебраические сумматоры;  
 24 и 25 — коммутаторы контуров регулирования;  
 26 и 33 — блоки оценки окончания переходного процесса;  
 27 и 34 — блоки алгебраического модуля;  
 28 и 35 — фильтры низкой частоты;  
 29 и 36 — компараторы;  
 30 — генератор импульсов;  
 31 — блок алгебраического преобразования.

Пример изменения во времени переменных процесса автоматического управления загрузкой ПТЛ при возникновении и ликвидации аварийной ситуации, связанной с переполне-

### Результат — эффективность

Применение данной технологии для реализации систем автоматического управления загрузкой поточно-транспортных линий сыпучих материалов позволит предотвратить аварийные остановки, связанные с переполнением башмака нории сыпучим материалом, и негативные последствия этих остановов.

Одновременно, это позволит вести процессы транспортировки с высокой, близкой к максимально достижимой в конкретных условиях работы линии, производительностью.

Источниками экономического эффекта, который будет получен при внедрении таких систем, являются:

- снижение времени и энергозатрат на выполнение операций по транспортировке или перегрузке партий сыпучего материала;
- устранение факторов, ускоряющих износ оборудования и снижающих его надёжность,
- предотвращение необходимости использования ручного труда для разгрузки оборудования от транспортируемого сыпучего материала, связанной с аварийными остановами линии;
- возможность использования одного преобразователя частоты на все количество конвейеров, входящих в линии транспортирования сыпучих материалов, которые есть на предприятии.

Компания «С-инжиниринг» расширяет набор традиционных функций управления поточно-транспортными линиями за счёт реализации новых функций.

Сущность новых технологических решений — гораздо более глубокая переработка традиционной, для таких АСУТП, информации. При этом в полной мере используется главное преимущество современных технических средств автоматизации — их практически неограниченные вычислительные ресурсы. Именно эти ресурсы позволили нам реализовать в реальном времени интеллектуальные алгоритмы управления (переработки информации), базирующиеся на современных достижениях теории управления.

ООО «С-инжиниринг»  
 Ул. Николая Боровского, 28, корпус 47,  
 г. Одесса, Украина, 65031  
 +38 048 730 57 31; 730 57 33  
 +38 048 730 57 40  
 info@se.uawww.se.ua

