

Диагностика работы шаровой барабанной мельницы с помощью системы контроля загрузки ШБМ (СКЗ ШБМ).

Диагностические возможности СКЗ ШБМ, которая входит в состав системы автоматического регулирования и оптимизации шаровой барабанной мельницы (САРиО ШБМ), рассмотрим на примере работы цементной двухкамерной мельницы. На рисунке ниже представлены графики основных технологических параметров процесса помола, а именно:

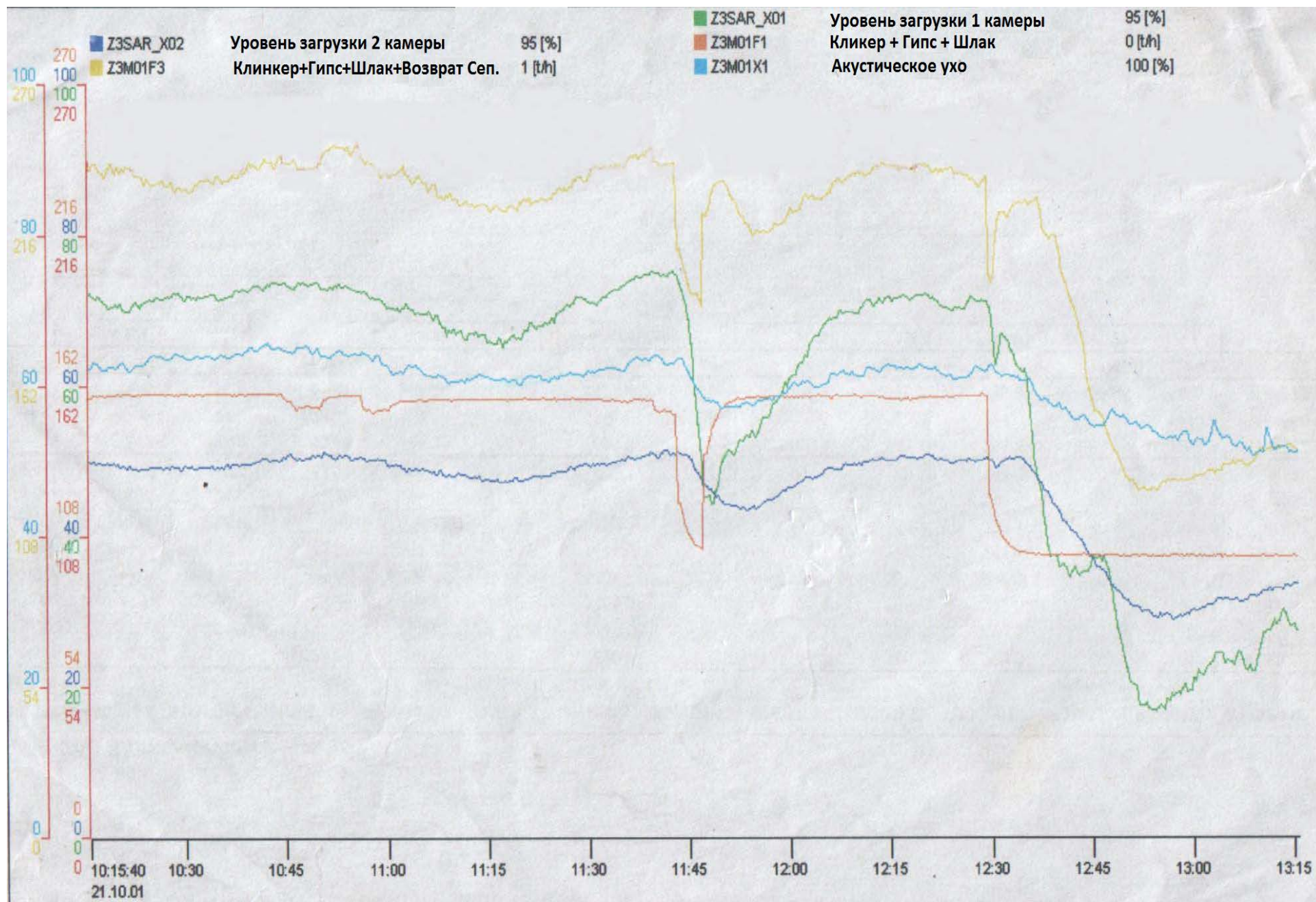
- 1) коричневая кривая – **Обрабатываемый материал** (суммарное количество не измельченного материала - клинкер + гипс + шлак (камень));
- 2) желтая кривая - **Общая загрузка** (суммарное количество не измельченного материала + возврат с сепаратора);
- 3) голубая кривая – **«Акустическое Ухо»** (показания прибора «акустическое ухо» для сравнения);
- 4) зеленая кривая – **Уровень загрузки входной камеры** (уровень загрузки входной камеры, показание СКЗ ШБМ);
- 5) синяя кривая - **Уровень загрузки выходной камеры** (уровень загрузки выходной камеры, показание СКЗ ШБМ);

С левой стороны рисунка представлены диапазоны измеряемых параметров, а снизу время измерения. Начнем анализ работы шаровой барабанной мельницы (далее ШБМ) с 10:15 по 11:40. Как видно из графика **«Обрабатываемый материал»** почти не изменяется и составляет в среднем где-то около 160 тонн в час. В то же время **«Общая загрузка»** изменяется от где-то 228 тонн в час до 259 тонн в час. Эти изменения вызваны не только качественными характеристиками неизмельченного материала (размер, влажность, температура и т.д.), а также размольным потенциалом мельницы и фильтрующим потенциалом сепаратора. Эти же изменения играют наиболее важную роль в процессе помола, так как критическое значение **«Общая загрузка»** может привести к аварийной ситуации - завалу (запариванию) мельницы. Причем, это критическое значение, в свою очередь сильно зависит от неизмельченного возврата с сепаратора.

В заваленной (запаренной) мельнице процесс измельчения останавливается полностью и для восстановления работоспособности мельницы нужно провести очень дорогостоящие мероприятия. Для предотвращения этой аварийной ситуации использовались разные системы контроля уровня загрузки мельницы — системы контроля уровня загрузки по значению тока потребления мельницы, системы контроля уровня загрузки по значению перепада давления на барабане мельницы, системы контроля уровня загрузки по значению акустического шума. Последняя система широко используется и в настоящее время. Эта система требует исключение возможного влияния на измеряемый акустический сигнал работы других мельниц или другого оборудования. При работе двух или более мельниц невозможно даже приблизительно определить уровень загрузки мельницы. Но в случае одной работающей мельницы и исключении акустических помех от другого работающего оборудования все же приблизительно определить уровень загрузки мельницы можно. Такой пример работы акустического уха **«Акустическое Ухо»** мы рассмотрим на ниже представленном графике. На этом же рисунке представлена разработанная нами СКЗ ШБМ.

СКЗ ШБМ состоит из двух акселерометров типа АВС, двух блоков усиления БП-6 и двух блоков преобразования сигналов БПС-7001. Акселерометры устанавливаются на переднем и заднем подшипниках мельницы и служат для измерения виброускорения мельницы. Эти виброускорения непосредственно изменяются в процессе загрузки входной и выходной камер мельницы материалом. Блоки преобразования БПС-7001 служат для получения результирующих унифицированных сигналов 4-20 мА.

Проанализируем работу СКЗ ШБМ и сравним ее показания с показаниями акустического уха на ниже представленном графике. Как видно с 10:15 по 11:40 кривая **«Уровень загрузки входной камеры»** не только практически повторяет кривую **«Общая загрузка»**, но и более чувствительна к изменению материала, особенно это наблюдается с 11:40 до 12:00. То есть, измеряя уровень загрузки входной камеры



(камеры №1 мельницы) с помощью СКЗ ШБМ, можно диагностировать размольный потенциал мельницы (потенциал к измельчению материала, который находится в 1 камере мельницы независимо от его характеристик) в онлайн режиме. Другими словами, кривая уровня загрузки входной камеры мельницы отображает настоящую реакцию шарового заряда мельницы на материал находящийся в ней. В это же время, как видно на графике, кривая от акустического уха (**Акустическое Ухо**) всего на несколько процентов изменяет свое значение. Эта кривая почти совпадает с уровнем загрузки выходной камеры **Уровень загрузки выходной камеры**, но менее чувствительна ее. Особенно это наблюдается с 12:30 и до 13:15. Причем, что интересно, с 12:53 кривые **«Общая загрузка»**, **Уровень загрузки входной камеры**, **Уровень загрузки выходной камеры** идут вверх, а кривая (**Акустическое Ухо**) дальше продолжает снижаться, что в очередной раз подтверждает несостоятельности сигнала от акустического уха.

СКЗ ШБМ почти мгновенно реагирует на зависание материала в питателях. Это прекрасно видно в 11:42 по резкому спаду **Уровень загрузки входной камеры**. Эта реакция дает возможность мгновенно отреагировать на эту аварийную ситуацию и устранить ее. Как видно из графика устранение ситуации длилось всего пару минут. Практика показывает, что такие зависания материала в питателях случаются очень часто и при запоздалой реакции персонала это в свою очередь приводит не только к уменьшению производительности мельницы, но и к дополнительному износу шаров и брони мельницы.

Что касается шарового заряда и брони мельницы то СКЗ ШБМ дает возможность произвести диагностику количества шаров и оптимизировать их. После калибровки СКЗ ШБМ ее показания дают информацию о реакции шарового заряда на разных марках цемента. Благодаря этим показаниям можно так загрузить мельницу шарами, чтобы их износ на разных марках цемента был минимален. Это достигается в случае работы мельницы на уровне от 65 до 90% в зависимости от марки цемента. Диагностику брони мельницы осуществляют также благодаря показаниям СКЗ ШБМ. Отсутствие увеличения сигнала при догрузке шаров характерно износу брони.

Система автоматического регулирования и оптимизации загрузки шаровой барабанной мельницы, построенная на базе СКЗ ШБМ, дает возможность:

- измерения и расчета основного параметра технологического процесса измельчения - степени загрузки мельницы и её камер размалываемым материалом
- непрерывного определения размольной способности шаровой барабанной мельницы
- предотвращение завала ШБМ размалываемым материалом
- оптимизации процесса измельчения, путем получения информации для управления подачей размалываемого материала в ШБМ, такого значения степени загрузки ШБМ, при котором обеспечивается максимально возможная производительность
- существенного уменьшения затрат электрической энергии на размол 1т материала
- увеличения срока работы шарового заряда мельницы и уменьшение износа брони ШБМ.

Кроме того, уровень загрузки выходной камеры дает возможность онлайн контролировать качество размольного материала, выходящего из мельницы без ожидания результатов из лаборатории. Это в свою очередь дает возможность мгновенно реагировать на изменение качества цемента и улучшить его качество.

СКЗ ШБМ дает возможность существенно улучшить процесс помола на предприятиях как с высоким уровнем автоматизации, так и с начальным.