

## ЦИФРОВИЗАЦИЯ ГОРНООБОГАТИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

М.А. Гервиц (Компания Klinkmann / Wonderware Russia)

Представлено специализированное решение уровня MES Ampla, предназначенное для горнообогатительных предприятий. Рассмотрена архитектура системы и функциональные возможности ее отдельных модулей. Приведен пример использования MES Ampla на горнообогатительном производстве.

Ключевые слова: MES, АСУТП, сбор данных, цифровизация, непрерывное производство, горнообогатительное производство, простои.

**Введение**

В портфеле компании AVEVA имеется несколько решений с определенной отраслевой специализацией. К таким решениям относится система уровня MES, называемая Ampla. Изначально она было разработана как коробочное решение для заказчиков горнометаллургической отрасли в Австралии. На сегодняшний день Ampla инсталлирована на большом количестве предприятий Австралии, Южной Америки, Южной Африки, Канады. В России это решение тоже внедряется, в частности, в компаниях “Алроса” и “Полюс Золото”.

**Специфика горно-обогатительного производства**

Особенностью горно-обогатительного производства является непрерывность технологического процесса. Обогащительная фабрика проектируется с учетом доступного типа руды, определенных качественных показателей этой руды, содержание ценных металлов, твердость руды, крупность, сопутствующие химические элементы [1]. Не предусматривается какое-либо отклонение от смены продукции, отсутствуют переналадки, то есть оборудование работает в непрерывном режиме, останавливаясь только на техническое обслуживание. Для такого предприятия требуется система уровня MES, которая отслеживала бы заданные требования по сырью, степень извлечения на переделах, качественные показатели продукции, формировала данные для расчета разливных балансов.

Далее, от MES ожидается отчет и мониторинг энергетической составляющей производства. Горная добыча и обогащение являются энергоемкими производствами, поэтому расчет таких показателей, как удельное энергопотребление имеет очень важное значение. Например, в какой-то момент энергопотребление может возрасти, и причины могут крыться в качественных характеристиках руды — в твердости руды. Первый этап переработки руды — дробление, который со значительным потреблением электроэнергии. При этом надо учитывать, что многие горнодобывающие предприятия находятся в регионах, где энергоресурсы ограничены. И некоторым предприятиям требуется строительство собственных ТЭЦ. В случае останова для запуска мельницы требуется большое количество электроэнергии, а для этого приходится отключать всех остальных потребителей. Поэтому расчет энергетической составляющей на производстве имеет очень большое значение [2].

Все эти особенности горно-обогатительных предприятий учитываются в системе Ampla. Этот продукт

позиционируется не как универсальное решение, которое можно настроить фактически под любой тип производства, а как специализированное коробочное решение с минимальными усилиями по конфигурированию, ориентированное на определенные производственные и бизнес процессы.

**Преимущества от использования цифровизации**

На сегодняшний день это решение является корпоративным стандартом в международных горнодобывающих компаниях: Rio Tinto, BHP Billiton, De Beers, Anglo Platinum, Xstrata. Оно применяется для учета простоев, определения «узких мест» процессов, оценки себестоимости единицы продукции, расчета ключевых показателей эффективности, анализа и управления качеством, отслеживания генеалогии продукции, планирования и управления расписанием выполнения производственных заказов, управления энергоэффективностью и решения других задач.

Минимальный срок окупаемости решения — 6 часов. Этого показателя удалось достичь во время реализации пилотного проекта на руднике Olympic Dam Mine (в 2004 г.) в Австралии. На этом руднике ведется подземная безлюдная разработка. Высокий уровень автоматизации транспорта руды позволяет сократить затраты на эксплуатацию и повысить безопасность работы предприятия, но в тоже время в случае отказа или поломки оборудования много времени уходит на идентификацию и устранение причины простоя. Производительность рудника оценивается в 400 тыс. долл. США/ч. Во время пилотного проекта с помощью Ampla выявили ежедневные 3 часовые простои, которые удалось устранить благодаря реализованным мероприятиям. Трехчасовые простои эквивалентны 1,2 млн. долл. США/сут. или 50 тыс. долл. США/ч.

Стоимость пилотного проекта Ampla составила 300 тыс. долл. США.

Таким образом, сокращение простоев позволило окупить систему за 6 часов.

Для большинства горно-обогатительных предприятий функциональность Ampla, связанная с учетом простоев, также имеет первостепенное значение при оценке производительности предприятия.

**Архитектура системы Ampla**

Ampla как система уровня MES выполняет ряд основных функций.

- Создание единой и автоматизированной платформы управленческого учета на производстве и поддержка принятия управленческих решений.
- Снижение трудоемкости и повышение оперативности процессов подготовки данных для управленческого учета и их последующей обработки.
- Анализ мест и причин возникновения производственных затрат, поиск возможностей для их снижения.
- Анализ производительности предприятия и поиск возможностей для ее повышения.
- Автоматизированная идентификация различных производственных сбоев и классификация причин их возникновения.
- Выявление лучших смен и операторов.

Архитектуры системы представлена на рис. 1.

Система интегрируется с системами цехового уровня, различными SCADA-системами, платформами Historian, системами управления автотранспортом (Fleet Management) и т.д. Программный продукт Ampla нативно интегрируется со SCADA-системой Citect. Изначально Citect и Ampla разрабатывались одной командой «Шнайдер Электрик» в Австралии. Данные из Citect SCADA можно напрямую использовать в системе Ampla. Поддерживаются открытые протоколы, информация доступна из любых систем цехового уровня. Далее, технологические данные из SCADA-системы агрегируются в контексте производства, что позволяет оперативно получать и анализировать информацию о ходе производственного процесса.

Далее производственные данные доступны для обработки различными функциональными модулями системы Ampla.

В модулях Ampla сбор данных выполняется на основе условий записи данных (Reporting Point), которые настраиваются исходя из потребностей заказчика. Производство непрерывное, поэтому необходимо определить логически какой-то контекст, время начала и окончания работы, например, учет производства в контексте суток или смены, при наличии трех смен условия записи данных в систему настраиваются для каждой смены. Условия записи данных могут быть настроены по некоторому событию и т.д. Также это может быть ручной ввод данных. В случае выполнения условий записи данных в системе фиксируется производственная информация в виде строки. Каждому набору условий записи данных будет соответствовать свой Reporting Point. Если тре-

буется посуточная запись, она будет соответствовать одному Reporting Point, если посуточную — другому Reporting Point. При этом ограничения по числу тэгов/объему данных, записываемых для каждого Reporting Point, отсутствуют. Соответственно, и лицензироваться система будет по числу Reporting Point.

Например, при необходимости анализа простоев одного участка используется соответствующий Reporting Point. В случае наступления события — выход из строя оборудования — срабатывает условие записи Reporting Point, все необходимые производственные данные на момент наступления простоя фиксируются в системе. Система может автоматически классифицировать причины простоя, место простоя. Возможна фиксация времени начала и окончания простоя. А оператору будет предложено выбрать из выпадающего списка причину, например, выхода из строя двигателя насоса.

Интерфейс системы построен на технологии .NET Windows и выглядит как почтовый клиент Outlook. Интерфейс Outlook не менялся десятилетия, и персоналу не нужно дополнительное обучение, люди интуитивно понимают принципы работы (рис. 2). С данными можно работать как в табличном варианте (напоминает Excel), так и в графическом (обычные графики тоже из Excel). Интерфейс реализован таким образом, чтобы максимально упростить работу с этой системой.

Рассмотрим далее функциональность модулей системы Ampla.

#### Функциональность модулей системы Ampla

- *Ampla Production* — это самый универсальный модуль, в котором реализован автоматический учет

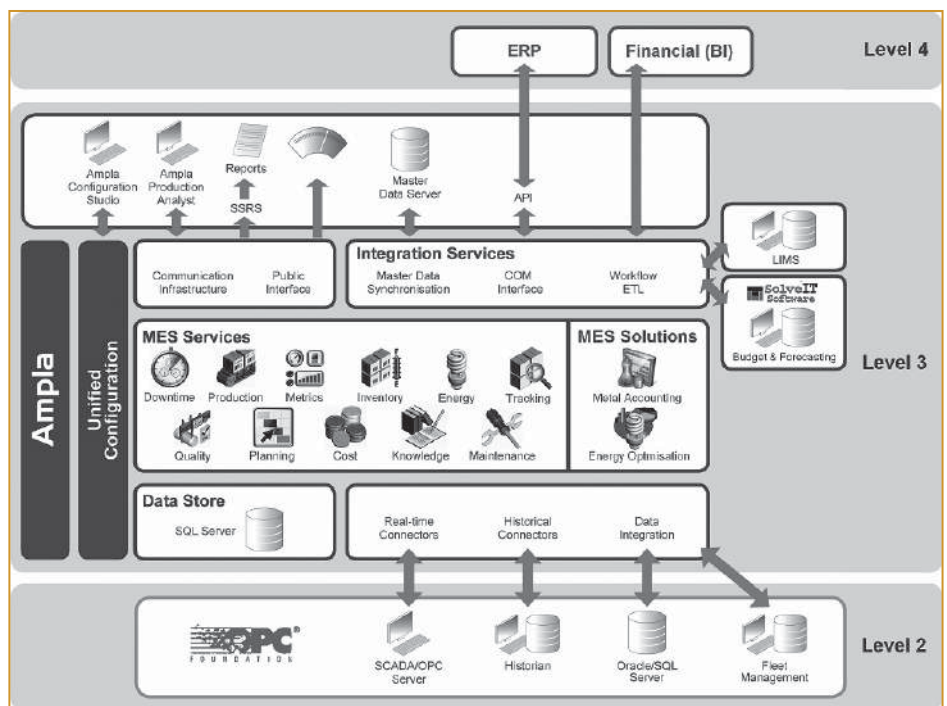


Рис. 1. Архитектура системы Ampla

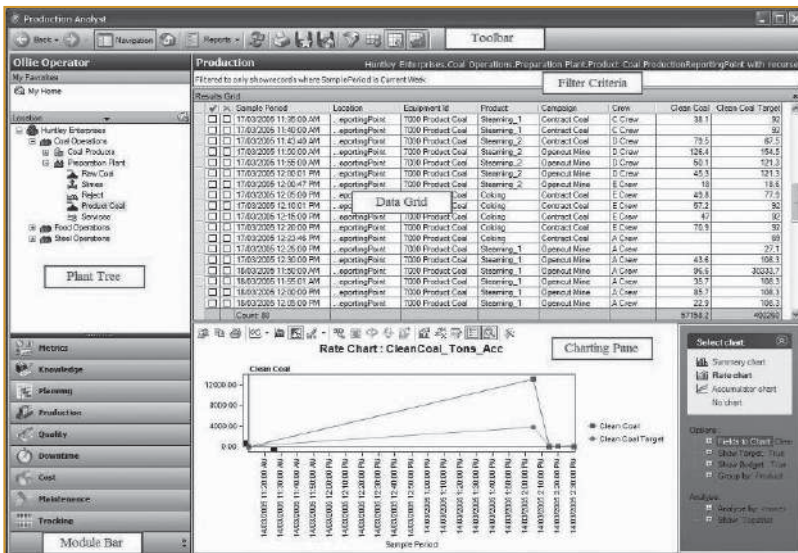


Рис. 2. Пример интерфейса системы Ampla

выпуска годной продукции, брака, использования сырья, расходников и энергетических ресурсов и производства отходов с привязкой ко всей необходимой пользователю сопутствующей информации

Также в этом модуле осуществляется автоматический расчет агрегированных показателей, визуализация фактических и агрегированных показателей в табличной форме с фильтрацией и сортировкой по времени, дате и другим встроенным и пользовательским полям, визуализация фактических и агрегированных показателей в форме различных графиков (круговой, Парето, столбчатый и др) в сочетании с плановыми значениям показателям

**Ampla Downtime** — модуль учета простоев. Концепция работы модуля основана на понимании того, что 100% ни один агрегат физически работать не может, то есть режим фонда рабочего времени не 24/7. Кроме того, фактическое рабочее время уменьшают запланированные и незапланированные простои. Функционал модуля Downtime позволяет автоматически идентифицировать и учитывать простои технологических линий и отдельных единиц оборудования на основе данных из АСУТП (время начала, время окончания). Также система позволяет реализовывать автоматическую идентификацию и учет «виртуальных» простоев (понятие виртуального простоя — это любое событие на производстве, когда оборудование работает, но выход продукции снижен или отсутствует) на основе данных АСУТП (время начала, время окончания, процент снижения производительности), классифицировать простои по типам, местам возникновения и причинам (как автоматически, на основе данных АСУТП, так и на основе ручного ввода информации о простое, его причине и др. дополнительной информации. Кроме того, существует возможность ручной регистрации и классификации простоев.

В системе Ampla реализован бизнес-процесс, позволяющий подтверждать и верифицировать данные, поступающие с ручного ввода. Операторы вводят дан-

ные, в конце смены его руководитель должен подтвердить ввод этих данных, только после этого введенная информация попадает в отчеты и используется для расчета KPI. Минимизирован ввод данных с клавиатуры, данные вводятся с использованием списков на основе справочников.

**Ampla Metrics** — модуль, в котором задаются формулы расчета производственных показателей эффективности (KPI), и осуществляется их расчет в режиме близком к реальному времени. Расчет месячного или годового плана, как правило, занимает определенное время, — в Ampla сначала рассчитываются промежуточные значения и уже на их основе очень быстро формирует KPI за большой период времени. Промежуточные результаты стимулируют персонал вовремя вводить данные о простоях и предоставлять достоверную информацию.

**Ampla Inventory** — модуль, который позволяет автоматически определять возникновение партий, движения и других операций с материалами, определять новые партии на основе пользовательских алгоритмов, автоматически определять потери, рассчитывать материальные балансы.

**Ampla Quality** — модуль позволяет аккумулировать данные по отбору проб и качественным показателям, интегрироваться с LIMS-системами.

**Ampla Planning** — модуль, позволяющий интегрировать в Ampla различные программные продукты по планированию. Самого модуля оптимизации и построения планов в системе нет, но можно подключить сторонние и визуализировать информацию.

**Ampla Knowledge** — нормативная документация, которая может быть полезна персоналу на рабочих местах, ведение электронных журналов.

**Ampla Maintenance** — учет наработки оборудования (в часах, кол-ве запусков и др.), ведение графика ТОиР (ручной ввод и загрузка\выгрузка в систему управления основными фондами), учет технико-экономических показателей ТОиР (кол-во и длительность отказов, планового обслуживания, внепланового обслуживания, наладки, кол-во запросов на обслуживание и ремонт и др.). Модуль используется для составления заявок на техническое обслуживание и может интегрироваться с системой ТОиР.

**Ampla Energy** — это учет энергетической составляющей производства. Модуль позволяет автоматически идентифицировать сверхнормативный расход энергии технологическими линиями и отдельными единицами оборудования на основе данных АСУТП (время начала, время окончания, потребляемая мощность), классифицировать случаи сверхнормативного расхода по типам, местам возникновения и причинам как автоматическая на основе данных АСУТП, так

и на основе ручного апостериорного уточнения информации об автоматически идентифицированных случаях сверхнормативного расхода. Также в модуле есть возможность ручной регистрации и классификации случаев сверхнормативного расхода

Система Ampla может интегрироваться с различными бизнес-системами, предоставляя актуальные данные о фактах производства.

#### Заключение

Система Ampla включает программные модули, позволяющие решать все необходимые задачи оперативного управления производством (MES) горнодобывающих и горно-металлургических компаний.

Использование подобных систем снижает нагрузку на руководителей по подготовке отчетности и анализу производственных данных (автоматическое формирование отчетности, визуализация ключевых показателей в режиме реального времени).

*Гервиц Мария Андреевна – Business Development manager APM, Klinkmann / Wonderware Russia. АО «Клинкманн СПб» в статусе Wonderware Russia – независимый партнер и авторизованный дистрибьютор программных продуктов AVEVA на территории Российской Федерации. Контактный телефон 8 (812) 327-37-52. [Http:// www.wonderware.ru](http://www.wonderware.ru)*

Согласованный технологический процесс и единая система достоверных данных по всей цепочке формирования добавленной стоимости позволяют операторам, инженерам и руководителям приступить к выявлению и реализации возможностей по повышению производительности и снижению себестоимости. Подобные системы стали неотъемлемой частью операционных структур ведущих мировых добывающих компаний и в сочетании с программами постоянного улучшения позволяют увеличить производительность обогатительных фабрик на 5...10%.

#### Список литературы

1. Федотов К.В., Никольская Н.И. Проектирование обогатительных фабрик: учебник для вузов. М.: Изд. «Горная книга». 2014. 536 с.
2. Мелик-Гайказян В.И., Емельнова Н.П., Юшина Т.И. Методы решения задач теории и практики флотации: учебное пособие. М.: Изд. «Горная книга». 2013. 363 с.

#### Водоканалы уделяют повышенное внимание дезинфекции воды

На фоне распространения коронавируса потребление водопроводной воды выросло на 11,6% по сравнению со средними показателями последних лет. Это вынуждает водоканалы переходить в режим повышенных нагрузок. Особое внимание уделяется качеству воды и усилению мер по ее очистке для защиты населения от распространения COVID-19. По этой причине водоснабжающие организации повышают степень ее хлорирования.

Усилить концентрацию дезинфицирующего реагента без сложной перенастройки технологических процессов позволяют современные системы хлорирования, например GRUNDFOS VACCUPERM, обеспечивающие автоматическое управление режимами испарения и дозирования хлора. Две такие установки производительностью 4800 и 2200 килограммов хлора в сутки уже на протяжении многих лет работают на насосно-фильтрующих станциях новосибирского водоканала, снабжающего водой значительную часть города.

Однако наиболее эффективным и безопасным на сегодняшний день методом хлорирования водопроводной воды является технологический процесс с использованием гипохлорита натрия – универсального препарата, используемого как для обеззараживания питьевой воды, так и для очистки канализационных стоков. Сырьем для него служит обычная поваренная соль. Использование современных автоматизированных электролизных установок, например GRUNDFOS SELCOPERM, позволяет производить обеззараживающий раствор максимально безопасным методом непосредственно на станциях водоочистки в системе водоснабжения. Это исключает расходы на транспортировку товарного хлора с завода-поставщика и на защиту населения и прилегающих территорий от возможных аварийных выбросов ядовитого газа. При этом подмешивание гипохло-

рита натрия осуществляется насосами-дозаторами прямо из накопительных емкостей непосредственно в точки ввода, что значительно упрощает технологический процесс и эксплуатацию оборудования.

Произведенный реагент может храниться в течение длительного времени, обеспечивая полную независимость предприятий водоканалов от поставщиков хлорсодержащих реагентов. Кроме того, в условиях эпидемии некоторые водоснабжающие организации начали производство гипохлорита натрия для медицинских учреждений, а также для городских управляющих компаний.

Одним из первых в России муниципальных предприятий, внедривших у себя эффективную технологию хлорирования водопроводной воды, стал водоканал г. Подольска. Сегодня две установки SELCOPERM мощностью 2000 г/ч (в пересчете на активный хлор) каждая работают на принадлежащем ему водозаборном узле «Мочинский», а на ВЗУ «Залинейный» эксплуатируется установка производительностью 250 г/ч.

Для водоснабжающих организаций, использующих привозной гипохлорит натрия, в GRUNDFOS разработали дозировочную установку DSS на базе цифровых насосов SMART Digital серии DDA. Станция позволяет настраивать автоматическое дозирование реагента с точностью до 1:800. Для защиты системы от сбоя и для непрерывного контроля рабочих параметров используется встроенный контроллер.

Летом 2019 г. такое решение было введено в эксплуатацию на центральной насосно-фильтровальной станции водоканала г. Костромы. Реализованный проект позволил предприятию отказаться от использования товарного хлора и полностью автоматизировать все производственные процессы.

[Http://www.grundfos.ru](http://www.grundfos.ru)