

Теплотехнические расчеты переделов автоклавного выщелачивания бокситов и кальцинации гидроксида алюминия в программе Math Designer

Голубев В.О., mail@mathdesigner.ru, Лещев В.В., v_leshchev@mail.ru, Math Designer Group, Россия

Литвинова Т.Е., НМСУ «Горный», Россия, viritsa@mail.ru

Приведен краткий обзор коммерческих программных продуктов, предназначенных для проектных расчетов глиноземных заводов. Описаны возможности и приведены результаты моделирования установок автоклавного выщелачивания бокситов и кальцинации гидроксида алюминия в программе Math Designer.

Переделы автоклавного выщелачивания и кальцинации гидроксида алюминия считаются наиболее сложными частями проектов будущих заводов по производству глинозема способом Байера. Значительные успехи в повышении надежности и энергетической эффективности этих процессов достигнуты в последнее время, и связаны с развитием компьютерной техники и инструментов численного моделирования.

На рынке существует несколько программных продуктов, используемых для таких расчетов. К первой группе относятся широко известные пакеты, служащие для оценки гидродинамической обстановки в аппаратах, такие как: Fluent, CFX, OLGA; программы технологической направленности: Aspen Plus, SysCAD. Есть и другая группа программ, известных узкому кругу людей. Это продукты инженерных компаний, предназначенные для решения специальных и частных проблем, возникающих в их повседневной деятельности, например: SuperChems (DIERS) – для расчета дросселирующей арматуры на паровых трубопроводах, HSC (Outotec) – математические модели выпускаемого компанией оборудования, Тетра (Русал-ВАМИ) – для составления материальных и тепловых балансов глиноземных производств.

Программы из первой группы позволяют решать только наиболее общие и упрощенные задачи, требуют особого искусства в их адаптации к глиноземной технологии. Программы из второй группы обычно состоят из набора разрозненных моделей с узкой направленностью. Авторы настоящей статьи не раз попадали в ситуацию, когда отсутствие возможности изменения какого-то одного параметра или невозможность учета важного обстоятельства становится причиной провала всего расчета.

В настоящее время проходит тестовую обкатку новый программный продукт для теплотехнических расчетов под названием Math Designer. В его составе содержатся модули «Alumina Digestion» и «Calcination», которые имеют необходимый функционал для моделирования переделов автоклавного выщелачивания и кальцинации гидроксида алюминия. Ниже представлен обзор двух решений, полученных в этой программе: имитационное и прогнозное моделирование автоклавных батарей Николаевского глиноземного завода (Украина), теплотехнический расчет печи кальцинации глинозема завода Aughinish (Ирландия).

При имитационном моделировании автоклавных батарей в программе Math Designer для получения результатов, сопоставимых с практическими данными, учтены особенности, не свойственные проектному расчету: перегрев пара, температурная депрессия алюминатного раствора, явления кавитации при дросселировании пульпы и конденсата, присутствие неконденсируемых газов, форм-факторы диафрагм сепараторов, термодинамика процесса дросселирования пара, степень инкрустации

нагревателей, наличие проскоков пара между сепараторами, подпитка сепараторов активным паром, степень наполнения сепараторов, переполнение конденсатных баков.

Исходными данными для моделирования послужили результаты двух теплотехнических осмотров автоклавных батарей, в ходе которых фиксировались: расход пульпы, температура пульпы после нагревателей, давление и температура в сепараторах, расход активного пара, положение задвижек на линиях пара и конденсата, длительность кампании батареи.

На рис. 1 представлена расчетная схема автоклавной батареи, выполненная в программе Math Designer.

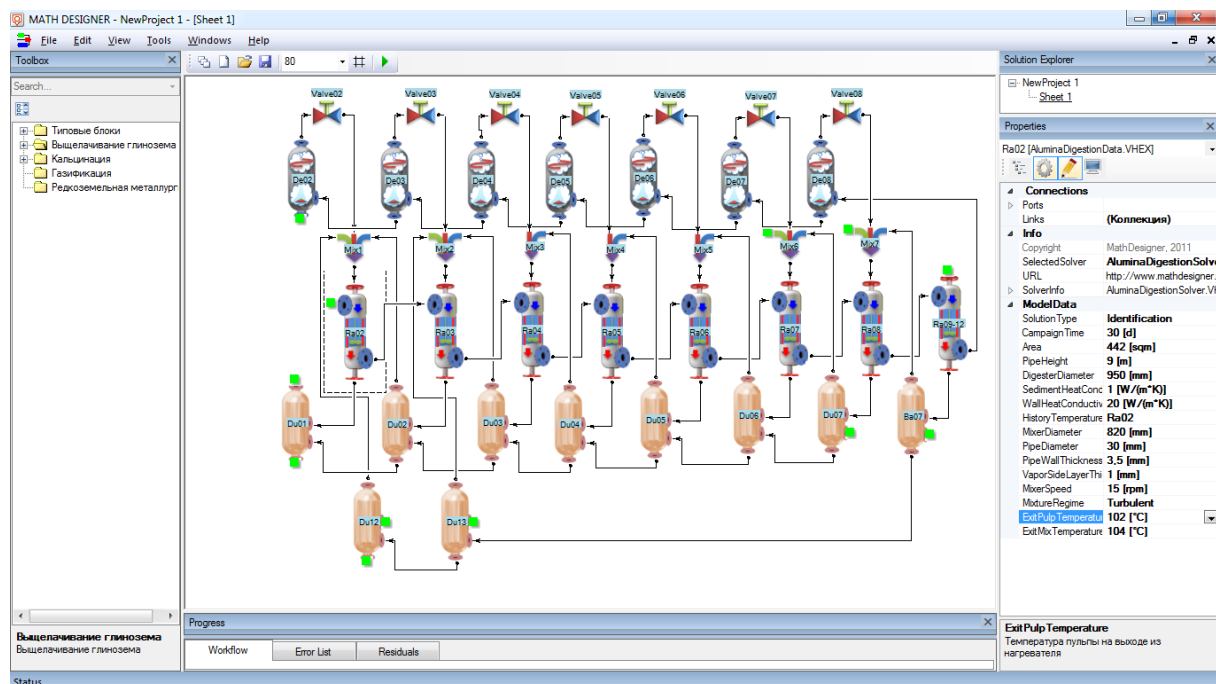


Рис. 1. Расчетная схема автоклавной батареи

Полученные результаты включают в себя перечень значений массовых расходов пульпы, конденсата, активного и собственного пара, проскоков пара с не прокипевшей пульпой на перетоках сепараторов, температур и давлений в каждом аппарате; уровень конденсата в нагревателях, перегрев пара на входе в нагреватели; позволяют анализировать работу нагревателей и диагностировать негативные симптомы конденсатной части батареи: переполнение конденсатных баков, движение пара по конденсатным линиям.

Настройки модели, полученные на этапе имитационного моделирования, использованы при выполнении прогнозных расчетов автоклавных батарей после модернизации: установки дополнительной регуливающей арматуры и средств КИПиА.

Положительное заключение о результатах моделирования автоклавных батарей получено от компании НАТСН.

С 2014 года компания «Русал» начинает перевод завода Aughinish (г. Лимерик, Ирландия) с мазута на природный газ. Кальцинация гидроксида алюминия на заводе Aughinish ведется в одной из первых печей CFB. В этой установке происходят интенсивные процессы тепломассообмена, которые организованы в аппаратах кипящего слоя, теплообменных трубах и циклонах.

Теплотехнический расчет установки кальцинации в программе Math Designer включает: расчет материального баланса, теплового баланса и габаритных размеров

кальцинатора, трубы-сушилки, циклонов-подогревателей, циклонов-холодильников, холодильника кипящего слоя.

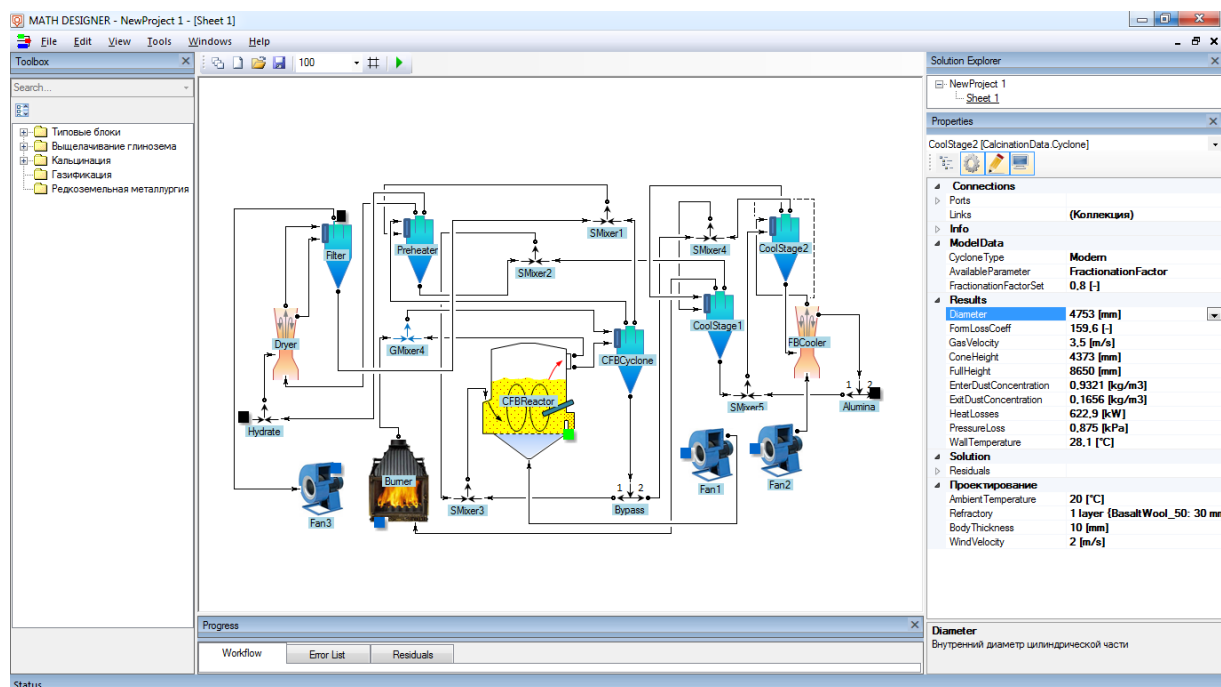


Рис. 2. Расчетная схема печи кальцинации гидроксида алюминия.

Расчет гидродинамики и габаритных размеров трубы-сушилки выполнен с учетом гранулометрического состава загружаемого гидрата, влагосодержания, параметров поступающего теплоносителя, при заданном значении коэффициента скорости сушки.

Для аппаратов кипящего слоя определены условия псевдоожижения, распределение температур и концентраций в слое, вычислена высота и необходимый объем кипящего слоя, интенсивность пылеуноса, определено давление воздуха на подину, основные габаритные размеры.

Расчет циклонов-теплообменников выполнен с учетом крупности частиц, характеристик газа, запыленности, фракционной эффективности улавливания, выбранной типовой схемы циклона. При расчете теплообменных труб и циклонов-теплообменников допускается равенство температуры газа и частиц материала ввиду высоких значений коэффициента теплопередачи и развитой площади межфазного контакта.

Гидродинамические потери в аппаратах и газоходах рассчитываются с учетом местных сопротивлений и потерь по длине.

Расчет вентиляторов выполнен с учетом аэродинамической и мощностной характеристиками тягодутьевых аппаратов.

При расчете тепловых потерь через стенки аппаратов заданы толщины и типы футеровочных материалов, температуры внутри аппаратов, приняты во внимание условия внешней среды: температура, ветровая нагрузка.

Полученные нами результаты свидетельствуют о том, что перевод печи кальцинации на газообразное топливо не приведет к изменению удельных значений расхода топлива, сжатого воздуха и электроэнергии. Аэродинамический режим установки при существующем конструктивном исполнении сохранится.

С приведенными материалами более подробно можно ознакомиться на сайте www.mathdesigner.ru