

- Доработка программных модулей и настройка системы в соответствии с особенностями компании.
- Разработка скриптов и фильтров для автоматизации рутинных операций.
- Разработка плагинов для реализации дополнительных функций.
- Разработка отчетов и шаблонов печатных форм документов.
- Организация и проведение тренинга для сотрудников компании по базовой функциональности продукта.

Построение грамотной системы управления становится основным резервом повышения объема продаж, повышается лояльность клиента к компании и ее продукции, что в итоге способствует удержанию старых клиентов и привлечению новых. Усовершенствование такого рода напрямую снижает расходы, повышает доход и прибыль [1].

Общая структурная схема обмена информацией при внедрении CRM показана на рис. 1.

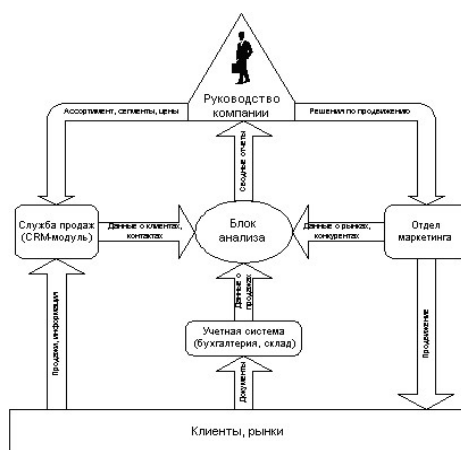


Рис. 1. Схема обмена информацией при внедрении CRM

Правильное и грамотное внедрение очень важно, в будущем систему можно будет развивать, адаптировать к изменяющимся потребностям компании и расширяться вместе с бизнесом.

Список использованных источников

1. О'Лири Д. ERP системы. Современное планирование и управление ресурсами предприятия. Выбор, внедрение, эксплуатация / пер. с англ. М.: Вершина, 2004 . 258 с.
2. Бирюков В., Дрожжинов В. Введение в CRM // PC Week. 2001. № 25.
3. Голод Е. Российский рынок CRM-решений // Планета КИС. 2002.
4. Черкашин П.С. Выбор CRM [Электронный ресурс]. URL: <http://www.crmcom.ru/?cat=2-0&aid=12>.
5. Terrasoft CRM. [Электронный ресурс]. URL: <http://training.terrasoft.ru/materials/crm/>

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРЯМОТОЧНОГО КОТЛА-УТИЛИЗАТОРА И ПРОЦЕССОВ, ПРОТЕКАЮЩИХ В НЕМ

© А.А. Оленников, А.Г. Падалко, 2012

ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк

В процессе работы металлургических агрегатов значительная часть тепловой энергии теряется с отходящим газом. Это говорит о не эффективном использовании энергии исходного топлива. Основным и довольно перспективным способом отвода тепла от

отходящих газов на сегодняшний день является использование котлов-утилизаторов. В качестве дополнительного внешнего теплоиспользующего устройства котел-утилизатор обычно не оказывает влияния на характер основного технологического процесса. Но также может и способствовать улучшению протекания технологического процесса.

На сегодняшний день существует большое количество котлов-утилизаторов имеющих разнообразную конструкцию. Эти агрегаты снабжаются экранными поверхностями нагрева и имеют такую же компоновку, как и обычный паровой котел, но без холодной воронки. Вместо нее – вход газов. По ходу движения газов радиационная камера утилизатора расположена первой. Большой свободный объем этой камеры позволяет иметь повышенную толщину излучающего слоя и, как следствие, повышенную степень черноты газов. В этой камере преобладает передача тепла излучением. Первичное охлаждение газов в свободном от змеевиков объеме необходимо также для затвердевания уносимых из печи расплавленных частиц шлака или технологического продукта до того, как они прилипнут к холодным змеевикам и затвердеют на них. Если отходящий из технологических установок газ не содержит горючих компонентов, то такой котел горелочных устройств не имеет. Эти котлы работают с естественной или принудительной циркуляцией и имеют практически все блоки, имеющиеся в обычных топочных котлах. В них имеются пароперегреватели, испарительные секции, экономайзеры, барабаны и воздухонагреватели. При конструировании котлов, использующих тепловые отходы, следует учитывать содержащиеся в греющих газах агрессивные компоненты, например, сернистые газы, поступающие из печей обжига серосодержащего сырья. При наличии в подводимых к котлу технологических газах горючих составляющих организуется их предварительное дожигание. Таким образом, моделирование котла-утилизатора является трудоемким процессом и требует достаточно большого количества времени для реализации. В целях экономии времени был разработан программный комплекс для моделирования прямоточного котла-утилизатора. Структура конструирования и моделирования процессов, протекающих в котле-утилизаторе (рис. 1).

На первом этапе, согласно техническому условию, вводятся требуемые данные отходящего газа (химический состав, физические данные, расход и калорийность), затем вычисляют термодинамические параметры отходящего газа на основе известных термодинамических законов. Далее приступают к конструктивному описанию котла-утилизатора. Прежде всего, основное внимание уделено газодинамическому и гидравлическому трактам котла.

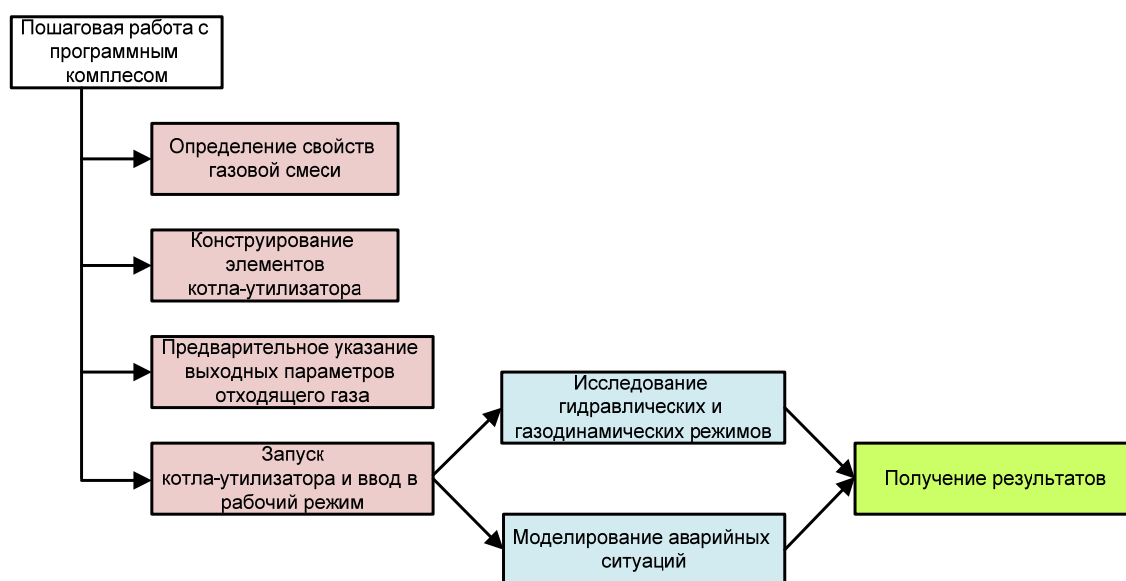


Рис. 1. Структура программного комплекса

Определение потерь напора на трение является важнейшей задачей, возникающей при гидравлическом расчете трубопроводов конвективных пучков всех видов. Учитывая, что потери напора неразрывно связаны с профилем скоростей, для решения данной задачи необходимо установление закономерностей распределения скоростей по сечению потока. Вместе с тем, вопрос о распределении скоростей имеет первостепенное значение также для решения других инженерных задач в области теплопередачи, массообмена, гидро- и пневмотранспорта, измерения расхода жидкостей и газов, так как профиль скоростей определяет интенсивность турбулентного обмена в различных точках потока и связанный с ней перенос тепла, взвешенных твердых частиц и т.д.

Оба этих вопроса (распределение скоростей и гидравлическое сопротивление) получили полное теоретическое решение для случая ламинарного течения. Турбулентное течение до последнего времени не поддавалось теоретическому анализу, и определение потерь напора на трение и профиля скоростей при турбулентном течении в трубах производилось (и производится частично в настоящее время) с помощью имеющих узкие пределы применимости эмпирических формул, результаты вычислений по которым часто расходятся.

Первые попытки найти опытным путем связь между потерями напора и средней скоростью (или расходом) при турбулентном движении относятся к XVIII в., когда было установлено, что гидравлический уклон примерно пропорционален квадрату средней скорости потока, т.е.

$$h_{mp} = \lambda \frac{l}{d} \cdot \frac{w^2}{2g} \gamma \cdot \left(\frac{2}{\sqrt{\frac{T_c}{T_g}} + 1} \right)^2, \quad (1)$$

где λ – коэффициент сопротивления трения; l – длина рассматриваемого газохода, м; d – диаметр газохода или элементов котла в газовом тракте, м; w – скорость потока, м/с; γ – удельный вес движущейся среды; g – ускорение свободного падения; T_c , T_g – средние в пределах рассчитываемого участка газового канала температура стенки и отходящего газа, град.

Для условий наиболее вероятных в практике расчета трубопроводов (и, в частности, для стальных труб) коэффициент гидравлического трения определяется

$$\lambda_{mp} = 0,11 \left(\frac{k_{\vartheta}}{d} + \frac{68}{Re} \right)^{0,25}.$$

Формула удобна для расчетов, так как вычисления по ней сводятся к элементарным алгебраическим действиям. На пределах эта формула переходит в известные и хорошо отвечающие опытам зависимости для коэффициента гидравлического трения.

При вынужденном движении жидкости (газа) внутри трубы различают два режима течения: ламинарный и турбулентный. Ламинарный режим наблюдается при малых скоростях движения жидкости. При скоростях потока, больших некоторого значения $w_{кр}$, режим течения переходит в турбулентный. Для различных жидкостей, газов и трубопроводов критическая скорость различна. Режим течения жидкости определяется по величине числа $Re = w \cdot d / \nu$. Если Re меньше критического $Re_{кр}$, то режим течения ламинарный. Он имеет место при $Re = 2 \cdot 10^3$. Развитый турбулентный режим течения устанавливается при значениях $Re > 1 \cdot 10^4$. Диапазон изменения Re от $2 \cdot 10^3$ до $1 \cdot 10^4$ соответствует переходному режиму течения.

При разработке конвективных поверхностей нагрева учитывают расположение труб, как показано на рис. 2, которое бывает коридорным или шахматным. Вводят диаметр труб, каждого блока конвективных пучков, длины, толщины труб, расстояния между трубами (шаги) и т.д.

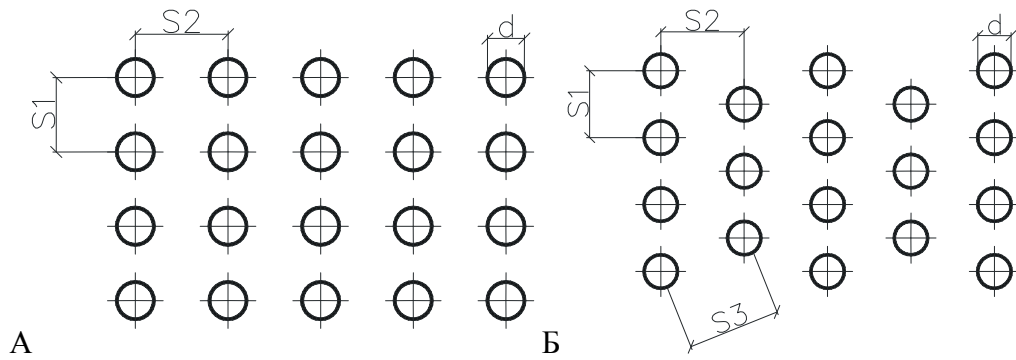


Рис. 2. Конфигурация конвективных поверхностей:
А – коридорный; Б – шахматный

Механизм теплообмена между отходящими газами и нагреваемой средой (вода, циркулирующая по внутреннему контуру конвективных пучков) работает по системе «Отходящий газ» – слой загрязнений стенки трубы конвективного пучка – металлическая труба – внутреннее отложение труб конвективного пучка.

Количество Q тепловой энергии усвоенное конвективными пучками площадью поверхности F определяется по выражению, кВт:

$$Q = kF(T_n - T_k), \quad (3)$$

где k – коэффициент теплопередачи, Вт/м²град; T_n , T_k – начальная и конечная температуры отходящего газа на входе и выходе из блока котла, град.

Важное значение имеет входящий в расчет коэффициент теплопередачи k , рассчитываемый по формуле:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_m}{\lambda_m} + \frac{\delta_{в.о.}}{\lambda_{в.о.}} + \frac{1}{\alpha_2}}, \quad (4)$$

где α_1, α_2 – коэффициенты теплоотдачи от греющей среды к стенке и от стенки к обогреваемой среде, Вт/м²·град; $\delta_3/\lambda_3 = \varepsilon$ – тепловое сопротивление загрязняющего слоя (коэффициент загрязнения), (м²/град)/Вт; δ_m , λ_m – толщина, м и коэффициент теплопроводности металла стенки трубы, Вт/м·град; $\delta_{в.о.}$, $\lambda_{в.о.}$ – толщина, м и коэффициент теплопроводности слоя отложений на внутренней поверхности труб, Вт/м·град. Обычно принимается, что котел должен работать в нормальном режиме, без отложений на внутренней поверхности.

Между высокотемпературными отходящими газами и охлаждающей средой имеет место сложный теплообмен. Поэтому коэффициент теплоотдачи от газов к трубе принят:

$$\alpha_1 = \xi(\alpha_k + \alpha_l), \quad (5)$$

где α_k, α_l – коэффициенты теплоотдачи конвекцией и излучением; ξ – коэффициент использования поверхности нагрева.

Тогда для коридорных и шахматных пучков коэффициент теплоотдачи конвекцией и излучением выразится:

$$\alpha_1^k = \frac{0,2C_z \frac{\lambda}{d} \left(\frac{wd}{v} \right)^{0,65} \text{Pr}^{0,33}}{\left[1 + (2S_1 - 3) \left(1 - \frac{S_2}{2} \right)^3 \right]^2} + 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{\alpha_3 + 1}{2} a T^3 \frac{1 - \left(\frac{T_3}{T} \right)^{3,6}}{1 - \frac{T_3}{T}}, \quad (6)$$

$$\alpha_1^{ш} = \frac{0,36C_z \frac{\lambda}{d} \left(\frac{wd}{v} \right)^{0,6} \text{Pr}^{0,33}}{\left[1 + (2S_1 - 3) \left(1 - \frac{S_2}{2} \right)^3 \right]^2} + 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{\alpha_3 + 1}{2} a T^3 \frac{1 - \left(\frac{T_3}{T} \right)^{3,6}}{1 - \frac{T_3}{T}}, \quad (7)$$

где C_z – поправка на число рядов труб по ходу газов; определяется в зависимости от среднего числа рядов в отдельных пакетах рассчитываемого пучка; S_1, S_2 – продольный и поперечный шаги труб; T, T_3 – температура газов и наружной поверхности стенки с учетом загрязнений, град; α_3 – степень черноты загрязненных стенок лучевоспринимающих поверхностей; a – степень черноты потока газов в зависимости от температуры.

Для определения количества тепла, отданного от стенки трубы к воде, расчет выполняется по формуле Ньютона – Рихмана в дискретной форме:

$$\Delta Q_1 = \pi d_1 \Delta L_{mp} \alpha (t_c - t_{жс}), \quad (8)$$

где ΔL_{mp} – величина дискретизации по длине трубы; α – коэффициент теплоотдачи движущейся воды в змеевике; t_c – температура трубы на внутренней границе (средняя по периметру); $t_{жсi}$ – средняя температура воды на i -ом участке трубы.

Первый этап расчета, выполненный на программном комплексе, завершается выходом чертежей, трехмерных моделей (рис. 3) и расчетами. Далее проектировщиком оцениваются и уточняются все конструктивные детали, а затем приступают к моделированию процессов протекающих в котле.

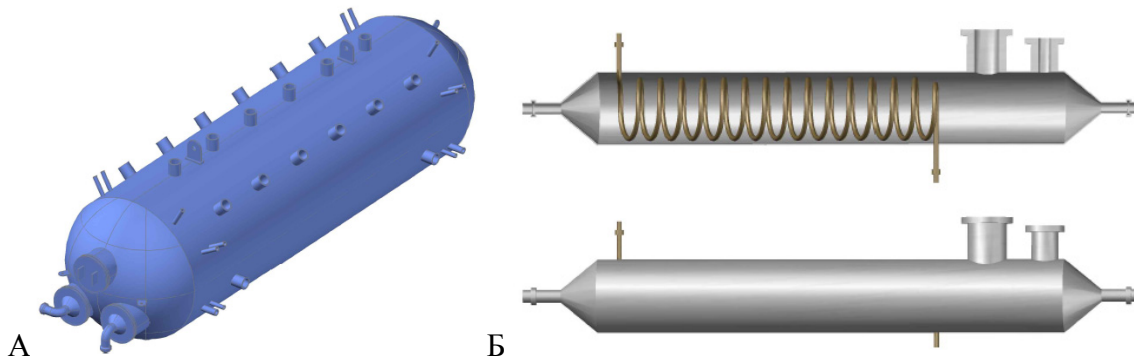


Рис. 3. Трехмерные модели, разработанные программным комплексом
 А – барабан котла-утилизатора; Б – корпус котла-утилизатора со спиральнонавивным конвективным пучком

Программный комплекс содержит расширяемые базы данных, которые содержат справочно-нормативную и конструкторскую документации, необходимые в ходе разработки и исследовании. Полученные результаты оцениваются экспертом, если необходимо, вносятся необходимые коррективы в конфигурацию установки и выполняются перерасчеты.

Использование данного программного комплекса экономит значительную часть времени на проектирование, а использование технологий баз данных дает возможность накапливать проектные решения и производить мгновенные перерасчеты с изменением параметров. Программный продукт можно использовать не только для целей проектирования и научных исследований, но также в качестве обучающей системы для технологического персонала.