

Здесь $F_{И2} = m_2 \cdot \omega_2^2 \cdot l_{AS2}$ – сила инерции звена 2.

Полная реакция шарнира А

$$R_{02} = \sqrt{(R_{02}^X)^2 + (R_{02}^Y)^2}$$

Результаты расчетов могут быть представлены в виде таблиц, графиков или годографов усилий в кинематических парах. Примеры графиков представлены на рисунках 5 и 6.

Проверка с помощью графо-аналитического метода показала хорошее совпадение результатов.

Литература

1. Иванов В.А. Кинематический и силовой расчет рычажного механизма насоса аналитическим методом: Методические указания. – М.: МГУИЭ, 2003. – 28 с.
2. Иванов В.А. Расчет шестизвенного механизма прессы аналитическим методом: Методические указания. – М.: МГУИЭ, 2008. – 24 с.
3. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин: Учебник для вузов. – М.: Наука, 1988. – 640 с.

Экспертная система по выбору технологического процесса переработки природного газа

д.т.н. проф. Кольцова Э.М., к.т.н. Филиппова Е.Б., к.т.н. доц. Зубов Д.В.
РХТУ им. Д.И. Менделеева, Университет машиностроения

Аннотация. Разработана экспертная система, позволяющая получить информацию о полезности интересующего месторождения, сделать выбор оптимального способа переработки природного газа и утилизации попутного нефтяного газа непосредственно в местах добычи, что является весьма актуальным.

Ключевые слова: экспертная система, база данных, переработка природного газа

Как известно, Россия занимает первое место в мире по запасам углеводородного сырья и объемам его добычи. При этом следует отметить тот факт, что более 20 % от всего объема извлекаемых углеводородных газов сжигается сейчас на факеле, либо, что еще хуже, просто выбрасывается в атмосферу.

Начисная с 2005 года правительство РФ приняло ряд законопроектов, обязывающих недропользователей довести степень использования добываемого природного газа до 95 %, т.е. сократить потери до 5%.

Однако удаленность большинства месторождений от газоприемной системы «Газпрома» и несоответствие добываемого природного газа требованиям ряда ГОСТов на его качество не дают возможности непосредственно подавать этот газ в транспортную систему. Поэтому в газовой отрасли возникла задача переработки углеводородных газов на самом месторождении в полезные, а главное, легко транспортируемые продукты, что является наиболее экономически выгодным решением.

В такой ситуации создание экспертной системы (ЭС), позволяющей быстро сделать выбор оптимального способа переработки природного газа (ПГ) и утилизации попутного нефтяного газа (ПНГ) на месторождениях, непосредственно в местах добычи, является весьма актуальным.

Такая экспертная система создавалась на основе обширной информационной системы, включающей ряд баз данных. Разработка ЭС состояла из следующих этапов:

- сбор, анализ и систематизация информации о месторождениях России и СНГ;
- сбор, анализ и систематизация информации о современных технологиях переработки ПГ и утилизации ПНГ;

- создание необходимых для реализации экспертной системы баз данных (БД);
- разработка адекватных алгоритмов расчета выхода конечной продукции при различных вариантах утилизации и переработки углеводородных газов;
- создание модуля расчета штрафных выплат за загрязнение атмосферного воздуха при факельном сжигании ПНГ.

Все они были выполнены, и в результате создана ЭС по переработке ПГ и утилизации ПНГ, позволяющая оценить рентабельность месторождения и выбрать наиболее экономически выгодную технологию.

ЭС представляет собой пять блоков, каждый из которых выполняет свою функцию. Это – БД месторождений, БД технологических процессов, БД электроустановок, модуль расчёта выхода продукта (метанол, СЖУ, электроэнергия), модуль расчёта штрафных выплат за загрязнение атмосферного воздуха. Они объединены общим инструментом управления - интерфейсом. Графический интерфейс ЭС помогает пользователю, даже не знакомому с процессами газо-химической переработки, с процессами электрогенерации, рядом нормативных законов и др., получить экспертные оценки о полезности месторождения на основе небольшого количества исходных данных.

Рассмотрим каждый из блоков ЭС более подробно.

Начальные данные для расчета ЭС берет из БД по месторождениям, в которой собрана информация о составе газа на различных месторождениях, его расходе и ряде технических параметров [1].

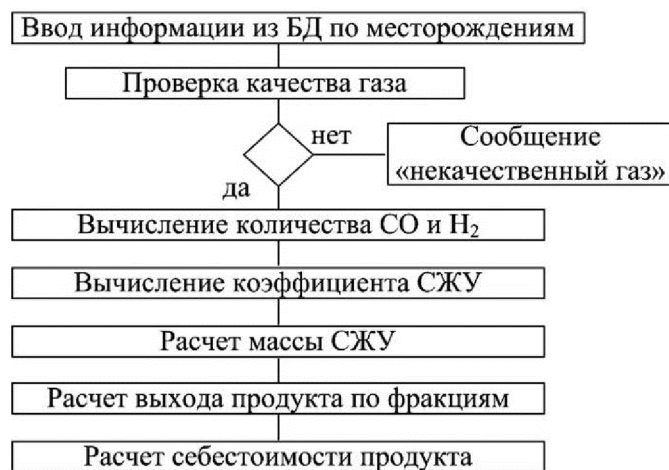


Рисунок 1 – Структура модуля расчета выхода конечной продукции для процесса получения СЖУ

Параметры добываемого газа проверяются на соответствие к использованию в конкретной технологии переработки в следующем блоке модуля (БД процессов). Например, для процесса получения синтетических жидких углеводородов путем газо-химической переработки природного или попутного нефтяного газа, так называемого процесса GTL (Gas to liquids), расход газа не может быть меньше 50 млн. м³ в год, иначе цена продуктов переработки будет неоправданно высокой, а пригодность углеводородного сырья для газо-химической переработки накладывает ряд требований на содержание в газе азота и диоксида углерода. В состав ЭС входит БД по процессам газо-химической переработки ПНГ, включающая также характеристики процессов в зависимости от использования катализаторов различных типов (производительность катализатора, объёмная скорость, размер гранул, температура, давление) [2-4]. Систематизация данной информации, а также экспертных оценок о процессах позволяют быстро вычислять количество получаемой продукции.

Блок расчета электрогенерирующего оборудования состоит из БД по установкам и инструмента расчета количества требуемых устройств заданного типа. Блок включает в себя раздел, который рассчитывает некоторые свойства газа месторождения, такие как метановое

число газа, удельная теплота сгорания газа, плотность газа и т.д. [5, 6].

Модуль расчета выхода продукта (метанол, СЖУ, электричество) позволяет количественно оценить варианты технологического использования добываемого углеводородного сырья данного месторождения.

The screenshot shows a software interface with the following sections:

- Месторождение (1):** Lists gas components and their concentrations: H2 (0), CH4 (61.5), C2H6 (6.26), C3H8 (4.34), n-C4H10 (1.23), i-C4H10 (0.6), n-C5H12 (0.24), i-C5H12 (0.3), C6H14 (0.05), >C6H14 (0.01), H2S (2.81), He (0), CO (1.19), CO2 (0), O2 (0), H2O (0).
- Процесс (2):** Includes 'Стратегические резервы', coefficients (Кэф1: 0,72, Кэф2: 0,7), GTL selection (Standart sintez), and 'Кэф СЖУ' (2180).
- Электроустановка (3):** 'Сатурн'ГТА-10РМ, 10 MW, 0,296% efficiency, 100% load, 34,4 MJ/m3 heat, 72 MJ/m3 methane.
- Выход продукта (4, 5):** Methanol: 149113 tons/year, 178,8 million rubles cost. GTL: 33028 (Benzin), 36697 (Диз.топливо), 20183 (Тяжелые С19+), 1835 (СПТБ), 91743 tons/year, 110,4 million rubles cost.
- Электроэнергия (6):** 4 units, 42,19 million m3 gas consumption, 0,296 efficiency.
- Характеристики газа:** Methane number (62,6), Lower heat of combustion (31,5 MJ/m3), Gas density (1,003 kg/m3), Gas mass (200588 tons/year).
- Платежи за негативное воздействие на атмосферный воздух (7):** Region: Западно-сибирский, Payment: 13413050 rubles.

Рисунок 2 – Интерфейс экспертной системы: 1 - панель базы данных по месторождениям; 2 - панель базы данных по процессам химической переработки; 3 - панель базы данных по электроустановкам; 4,5 - области вывода результатов расчётов конечных продуктов для процессов химической переработки углеводородного сырья; 6 - область вывода результатов расчетов по электроустановкам; 7 - панель для расчетов штрафных выплат за загрязнение атмосферного воздуха

На рисунке 2 в качестве примера представлена структура модуля расчета выхода конечной продукции для процесса синтеза Фишера-Тропша (получение СЖУ).

Этот модуль позволяет рассчитать:

- коэффициент СЖУ (характеризует состав газа);
- общую массу получаемых СЖУ;
- выход продукта по фракциям для конкретных режимов и переработки.

Одним из процессов газо-химической переработки ПНГ, инструмент для расчета которого реализован в данном модуле ЭС, является синтез метанола. В ходе работы над ЭС был проведен дополнительный анализ и моделирование данного процесса. Результаты проверки удовлетворили требованиям предъявляемым к расчетам для программ данного уровня.

Следующий блок ЭС служит для расчета штрафных выплат за загрязнение атмосферного воздуха. Он предоставляет возможность оценить финансовые потери за нанесённый экологический ущерб: рассчитать как общую сумму выплат, так и сумму штрафа за каждый загрязняющий атмосферу компонент отдельно.

Данный инструмент составлялся на основе законодательных актов 2008-2009гг. Сейчас, при явном внимании со стороны правительства РФ, требования законов ужесточаются, поэтому учёт оценок сумм штрафов за факельное сжигание газа в балансе предприятия станет просто необходимым.

Интуитивно понятный интерфейс ЭС выполнен в форме одного окна для облегчения работы с большим количеством связанных друг с другом настроек, что позволяет легко выбрать экономически эффективную технологию переработки углеводородного сырья, добываемого на данном месторождении.

Таким образом, разработанная экспертная система позволяет получить информацию о полезности интересующего месторождения, а именно, об эффективности организации на нём того или иного способа переработки добываемого углеводородного сырья. Предлагаемая экспертная система была опробована в инжиниринговой компании, специализирующейся на процессах получения метанола и СЖУ, оценена как полезная и получила рекомендации по дальнейшему развитию и применению.

Литература

1. Мухаметшин В.Г., Миргородский В.Н., Левашова Л.Н. Типизация нефтяных месторождений по объемам попутного нефтяного газа // Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО-Югры (Девятая науч.-практ. конф.). Ханты-Мансийск, 2005. с. 62.
2. Сборник материалов Международной конференции «Утилизация попутного нефтяного газа в России» V Международного форума «Топливо-энергетические ресурсы России - 2007», 2007. 157 с.
3. Музлова Г. От проблемы к возможностям: опыт утилизации попутного нефтяного газа ТНК-ВР // Нефтегазовая вертикаль, 2007 № 21. с. 159.
4. Гуляев В.А., Сосновский В.В. Переработка нефтяного газа - одно из ключевых направлений деятельности ОАО «Сургутнефтегаз» // Нефтяное хозяйство, 2007. № 9. с. 66.
5. Русакова В.В., Лapidус А.Л., Крылов И.Ф., Емельянов В.Е. Углеводородные и альтернативные топлива на основе природных газов. М: РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2006. 188 с.
6. Иоанесян П.К., Козлов А.В. Использование нефтяного газа и сырой нефти для энергообеспечения месторождений ОАО «РИТЭК» // Нефтяное хозяйство, 2007. № 2. с. 79.
7. Захаров В.И., Грибанов К.Г., Ерохин Г.Н. и др. Создание средств мониторинга факельных установок с целью оценки объемов сжигания попутного нефтяного газа // Матер, четвертой межрегиональной научно-практической конференции «Информационные технологии и решения для «Электронной России». Ханты-Мансийск, 2006. с. 74.
8. Сборник правовых и нормативно-методических документов по взиманию платы за вредное воздействие на окружающую среду. М.: НИИ Атмосфера, 2003. 198 с.

Противомикробные защитные покрытия с янтарем и прополисом

д.б.н. Акопян В.Б., к.б.н. Бамбура М.В., Афонин А.В., Филатова В.А.
Университет машиностроения
mariya-bambura@yandex.ru

Аннотация. Композиции, в виде карандашей и лаков, содержащие янтарь и прополис позволяют создавать защитные пленки, препятствующие росту и развитию грибов *Aspergillus niger* и *Penicillium culmorum*, бактерий видов *Bacillus subtilis*, *Bacillus turengensis* и других, часто встречающихся на различных поверхностях в бытовых и промышленных помещениях, в биофильтрах, на стенах герметичных помещений, в том числе космических станций. Карандаши компактны, гигиеничны и удобны в применении, однако лаки обладают более выраженными защитными свойствами. Быстрому приготовлению композиций, содержащих на-