

В качестве целевых продуктов будем рассматривать этан (скорость его разложения), этилен, водород, метан, ацетилен(скорость образования), а также углерод, выделяющийся в процессе пиролиза. Остановимся на этане. На рис.1 показано, как изменяются весовые доли во времени, в зависимости от температуры. Интервал времени пиролиза составляет 0,5 сек. Рис. 1 Из графика следует, что при 1000оK глубина переработки составляет всего 20%. Увеличение температуры на 40о приводит к 60% разложению. Наилучший результат достигается при температуре 1080оK – 96%. Анализ данного графика позволяет сделать вывод, что скорость разложения этана заметно возрастает с ростом температуры на каждые десять градусов. На рис. 2 приведена информация по эволюции весовых долей этана в функции времени для интервала давлений от 0,1 МПа до 0,5 МПа. Видно, что рост давления приводит к более интенсивному разложению этана. В литературных источниках указывается, что разбавление этана паром способствует снижению парциальных давлений и, как следствие, выходу этилена и водорода. По нашему мнению это не совсем корректно. Добавка пара приводит к энерговооруженности системы. Рост же давления способствует более частому столкновению молекул – увеличению скорости химических реакций. Рис. 2 Подобный вывод можно сделать и по отношению к продукту – этилен. Увеличение давления процесса с 0,1 МПа до 0,5 МПа приводит к росту выхода этилена на 40%. Температуру близкой к оптимальной можно принять 1080оK. Дальнейший рост температуры приводит только к уменьшению времени процесса. Однако это связано с ростом кинематической скорости потока, которая при времени пребывания 0,5 сек уже близка к звуковой. При пиролизе этана основной реакцией является дегидрирование, то есть выделение водорода: $C_2H_6 \rightarrow C_2H_4 + H_2$ (1) Естественно предполагать, что выход водорода будет идентичен выходу этилена. Этот вывод подтверждается результатами расчета. Однако выход водорода в весовых долях при изменении давления более существенный и составляет 80%. Необходимо отметить, что не все продукты пиролиза одинаково зависят от термодинамических величин. Так метан CH_4 с ростом температуры увеличивает выход. В то же время рост давления подавляет процесс его образования. Подобная картина наблюдается и с ацетиленом C_2H_2 . В случае с метаном мы имеем дело с реакцией $C_2H_4 \rightarrow CH_4 + C$ (2) Отбор одного атома углерода требует определенных затрат энергии, что увеличивает давление. Выход ацетилена слабо зависит от давления. Здесь процесс дегидрирования связан с отрывом одной молекулы водорода в реакции $C_2H_4 \rightarrow C_2H_2 + H_2$ (3) Поэтому и расслоение хода кривых является незначительным. Отдельно обратимся к вопросу образования углерода. Промышленное функционирование установок пиролиза этилена ограничивается периодом осаждения углерода на стенках печей. Уровень температур и давлений процесса определяют продолжительность одного цикла 2000-2500 часами или одним кварталом. Процесс выжигания углерода является простым и достаточно

энергоемким. Естественно возникает вопрос оценки термодинамических параметров, определяющих скорость образования углерода. Рис. 3 На рис. 3 приведены результаты расчетов выделения углерода в функции времени процесса, где параметром выступает ряд давлений. Информация соответствует температуре $T=1080^{\circ}\text{K}$. Из графика следует, что рост давления препятствует выделению углерода. Наибольшее количество его выпадает на выходе из печи, что соответствует времени пребывания 0,5 сек. Рост температуры реакционной массы приводит к увеличению выхода углерода вне зависимости от величины давления (рис. 4). Рис. 4 Эффект наиболее полно проявляется при превышении температуры относительно квазиоптимального значения 1080°K . Уменьшение выхода углерода можно добиться за счет увеличения давления.