

На ВОАО «Химпром» трихлорэтилен получают путем омыления тетрахлорэтана раствором гидроксида кальция в реакторе периодического действия. Системный анализ производства трихлорэтилена позволил выявить основные недостатки процесса: образуется большое количество сточных вод, гидроксид кальция выпадает в осадок, забивая трубы, клапаны, вызывая донные отложения, что приводит к необходимости остановки и очистки реактора, образующаяся соль хлорида кальция адсорбирует хлорорганику.

Основываясь на результатах патентно-информационного поиска для интенсификации процесса получения трихлорэтилена и устранения вышеприведенных недостатков произведена замена щелочного агента на водный раствор едкого натра и организован рецикл водно-солевого слоя.

Новый способ получения трихлорэтилена повысил производительность на 25% за счет исключения процесса отпаривания хлорорганики и использования отпаривателя в качестве дополнительного реактора, позволил устранить образование донных отложений гидроксида

кальция в аппарате, адсорбцию хлорорганики солью. Осуществление рецикла водно-солевого слоя дало возможность более полно использовать щелочной агент, сократить вспомогательное время на 1 час и количество сточных вод в 2 раза.

### ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАЗРЫВА УГОЛЬНОГО ПЛАСТА И ТЕПЛОЙ ОБРАБОТКИ СКВАЖИН

Таткеева Г.Г., Юров В.М.

Карагандинский государственный технический университет, Караганда, e-mail: tatkeeva@mail.ru

Сущность гидравлического разрыва пласта (ГРП) состоит в образовании и расширении в пласте трещин при создании на забое высоких давлений жидкостью, закачиваемой в скважине. Совершаемая при этом работа равна:  $A = P \times S \times L$ , где  $P$  – избыточное давление в скважине;  $S$  – площадь скважины;  $L$  – длина трещины. Для расчета возьмем параметры, представленные в табл. 1.

Таблица 1

Энергетические показатели ГРП

Диаметр скважины, м	Глубина скважины, м	Давление в скважине, МПа	Длина трещины, м	Работа, МДж
0,010	600	200	80	$3,0 \cdot 10^5$
0,015	800	150	100	$5,7 \cdot 10^5$
0,020	1000	100	120	$7,5 \cdot 10^5$

Таблица 2

Энергетические показатели тепловой обработки скважин

Радиус зоны прогрева, м	Глубина скважины, м	Теплоемкость угля, кДж/кг·град	Плотность угля, т/м <sup>3</sup>	Работа, МДж
10	600	1,17	1,27	$1,1 \cdot 10^7$
15	800	1,21	1,45	$3,7 \cdot 10^7$

Тепловая обработка скважин, как правило, осуществляется периодически и скважины должны быть сравнительно неглубокими (до 1300 м). При закачке теплоносителя радиус зоны прогрева легко доводится до 10–20 м. Расчетные формулы будут следующими:  $A = Q \cdot m = C \Delta T \cdot m$ ,  $m = \rho \cdot V$ . Здесь  $C$  – теплоемкость угля;  $\rho$  – его плотность;  $\Delta T = 40^\circ\text{C}$ ;  $m$  – масса угля, которая аккумулирует тепловую энергию.

Сравнивая табл. 1 и 2 видно, что энергетические затраты при тепловой обработке скважины на два порядка больше, чем при ГРП.

### ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ГАЗОВЫДЕЛЕНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ СКВАЖИН УГЛЕКИСЛЫМ ГАЗОМ И СОЛЯНОЙ КИСЛОТОЙ

Таткеева Г.Г., Юров В.М.

Карагандинский государственный технический университет, Караганда, e-mail: tatkeeva@mail.ru

Для интенсификации газовыделения из угля реально могут быть использованы вода, соляная

и угольная кислоты, из газов – углекислый газ, водород, воздух, азот и др.

Расчетные формулы будут следующими:

$$A = Q_c \cdot \frac{\rho_{\text{уг}}}{\rho_{\text{CO}_2}} \cdot \frac{V}{V_m}$$

Здесь  $Q_c$  – общая энергия сорбции;  $\rho_{\text{уг}}$ ,  $\rho_{\text{CO}_2}$  – плотность угля и углекислого газа, соответственно;  $V$ ,  $V_m$  – сорбционный и молярный объемы, причем  $V_m = 22,4$  л/моль.

Из табл. 1 видно, что энергетические затраты при обработке скважин газами на 6 порядков превышают затраты при тепловой обработке скважин. Поэтому на практике обработка угольных пластов газами не осуществляется. Для кислотной обработки скважин расчетные формулы будут следующими

$$A = G^0 \cdot \frac{V}{V_m}$$

Здесь  $G^0$  – общая энергия Гиббса;  $V$ ,  $V_m$  – сорбционный и молярный объемы.

Таблица 1

Энергетические показатели обработки скважин углекислым газом

Радиус зоны действия, м	Глубина скважины, м	Энергия сорбции, МДж	$\rho_{\text{гр}}/\rho_{\text{CO}_2} \cdot 10^9$	Работа, МДж
10	600	0,04	0,64	$21 \cdot 10^{13}$
15	800	0,04	0,73	$70 \cdot 10^{13}$
20	1000	0,04	0,80	$171 \cdot 10^{13}$

Таблица 2

Энергетические показатели обработки скважин соляной кислотой

Радиус зоны действия, м	Глубина скважины, м	Энергия Гиббса, МДж	Объем, $10^4 \text{ м}^3$	Работа, МДж
10	600	6,3	18	$1,13 \cdot 10^6$
15	800	6,3	54	$3,40 \cdot 10^6$
20	1000	6,3	120	$7,6 \cdot 10^6$

Из табл. 2 видно, что химическая обработка скважины является наименее энергоемкой. Однако радиус ее действия ограничен, как и в случае тепловой обработки.

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЛИНЫ ТРЕЩИНЫ ПРИ ГИДРАВЛИЧЕСКОМ РАЗРЫВЕ УГОЛЬНОГО ПЛАСТА

Таткеева Г.Г., Юров В.М.

*Карагандинский государственный технический университет, Караганда, e-mail: tatkeeva@mail.ru*

Решая задачу о росте сферического дефекта в угольном пласте, мы получили для временной зависимости его радиуса  $\rho$  следующее выражение (в случае малых времен):

$$\rho(t) = K_0 \cdot \Delta P \cdot t, \quad (1)$$

где  $K_0$  – константа скорости роста дефекта ( $K_0 \approx 1$ ),  $\Delta P$  – избыточное давление,  $t$  – время.

В случае больших времен воздействия –

$$\rho(t) \approx \sqrt{2a \cdot (\Delta P / Q) \cdot t}, \quad (2)$$

где  $a$  – температуропроводность угля,  $Q$  – скрытая теплота (энтальпия) угля.

Таким образом, при малых временах воздействия  $t$  скорость процесса определяется кинетикой роста дефекта. При увеличении  $t$  роль диссипации механической энергии возрастает и, наконец, делается решающей. Рассматривая далее слияние дефектов с позиций классической статистической физики, для длины трещины  $L$  мы получили следующее выражение:

$$L = L_0 \sqrt[3]{\frac{\Delta P}{P_0}}, \quad (3)$$

где  $L_0$  – начальная длина трещины, определяемая с помощью формул (1) или (2);  $P_0 \approx 1$  МПа – давление на поверхности (атмосферное давление).

Рассмотрим конкретный пример. Время распространения трещины в угольном пласте

определяется скоростью распространения звука и имеет порядок  $t \approx 10^{-7}$  с, при максимальном давлении  $\Delta P = 600$  МПа имеем:

$$\Delta P / P_0 = 10 \cdot \sqrt[3]{0,6} \approx 7,$$

$$L_0 \approx 200 \cdot 10^6 \cdot \frac{1}{2} \cdot 10^{-7} = 10.$$

Тогда  $L \approx 70$  м. Основатель гидроразрыва угольного пласта Н.В. Ножкин дает значения  $L$  от 30 до 120 м [1]. Полученное нами значение лежит в этом интервале. Это говорит о том, что формулу (3) можно применять для определения параметров гидроразрыва пласта.

### Список литературы

1. Ножкин Н.В. Заблаговременная дегазация угольных месторождений. – М.: Недра, 1979. – 271 с.

### СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ДИБУТИЛФЕНИЛФОСФАТА (ДБФФ)

Тюрина Ю.В., Медников Е.В.

*Волгоградский государственный технический университет, Волгоград, e-mail: Yulya\_Tyurina@mail.ru*

Дибутылфенилфосфат (ДБФФ) – смешанный эфир фосфорной кислоты, выделяющийся значительной термической стабильностью и выгодной кривой вязкости при различных температурах, ценный компонент негорючих гидравлических жидкостей (НГЖ-4у, НГЖ-5у), в последнее время широко применяющихся в гидравлических системах воздушных судов гражданской и военной авиации. Спрос на ДБФФ возрастает, возникла необходимость усовершенствования процесса его получения.

Используемый в качестве реактора на стадии синтеза ДБФФ из дихлорфенилфосфата и н-бутанола емкостной аппарат, снабженный механической мешалкой (ВОАО «Химпром»), имеет большой объем, что затрудняет необхо-