

Аналізом існуючих досліджень виявлено, що вибухові хвилі для умов застосування існуючих промислових ВР, як правило є акустичними. Іноді, наприклад, у нещільних, пористих породах, на невеликій відстані від заряду, мають місце прояви ударної хвилі, яка, змінюючи пористу породу, зменшує свою швидкість до значень звукової швидкості, характерної для цієї породи.

Форма вибухових хвиль в межах 3-4 радіусу подрібнення - асиметрична: на фронті - швидке зростання напружень до максимальних значень, після чого в 3-8 разів більш повільне зменшення напружень до нуля.

Виконано експериментальні дослідження швидкості вибухових хвиль в гірських породах кар'єру «Північний» ГЗК «Укрмеханобр», а також широкі лабораторні дослідження різноманітних властивостей гірських порід в межах їх міцності $f=6-14$.

На основі теоретичних досліджень, вперше запропоновано новий порядок ініціювання зарядів у вибуховому блоці, з початком його у середині вибухового блоку, з подальшим розвитком процесу руйнування до вільної поверхні укосу уступу.

Моделюванням процесу розповсюдження вибухових хвиль в уступах гірських порід різної міцності та їх взаємодії, встановлено значення ефективних інтервалів сповільнень для запропонованого способу підривання гірських порід.

У кристалічних породах з вираженою системною тріщинуватістю при проектуванні БВР необхідно враховувати акустичну анізотропію середовища, що забезпечує додаткові можливості регулювання гранулометричного складу підірваної гірничої маси.

Список літератури

1. Суханов А.Ф., Кутузов Б.Н. Разрушение горных пород взрывом. - М.: Недра, 1983. - 344 с.
2. Кутузов Б.Н. Методы ведения взрывных работ. Часть 1. - М.: Горная книга, 2009. - 471 с.
3. Кутузов Б.Н. Методы ведения взрывных работ. Часть 2. - М.: Издательство «Горная книга», «Мир горной книги», Издательство Московского государственного горного университета, 2008. - 512 с.
4. Перегудов В.В., Жуков С.А. Пути повышения качества взрывных работ при разрушении горных пород сложной структуры. Монография. - Кривой Рог: Издательский дом, ISBN 966-7388-47-6. 2002. - 305 с.
5. Власов О.Е. Основы теории действия взрыва. - М.: ВИА, 1957. - 407с.
6. Кузнецов В.М. Математические модели взрывного дела. - Новосибирск: Наука, 1977. - 259 с.
7. <http://industry-portal24.ru/razrushenie/2738-udarno-volnovaya-teoriya-vzryvnogo-razrusheniya.html>
8. Федоров Ф. И. Теория упругих волн в кристаллах, -М.: 1965.
9. Musgrave M.J.P. Crystal acoustics. Introduction to the study of elastic waves and vibrations in crystals, S.F., 1970.
10. Мосинцев В.Н. Дробящее и сейсмическое действие взрыва в горных породах. - М.: Недра, 1976. - 271 с.

Рукопис подано до редакції 21.03.16

УДК 622.272

С.В. ТИЩЕНКО, д-р техн. наук, Г.И. ЕРЕМЕНКО, канд. техн. наук,
Криворожский национальный университет, Д.Ю. МАЛЫХ, ПАО «ИнГок»

ФОРМИРОВАНИЯ ПОЛЕЙ НАПРЯЖЕНИЙ ПРИ ВЗРЫВЕ СКВАЖИННЫХ ЗАРЯДОВ ВВ В РАЗРУШАЕМОМ ОБЪЕМЕ ГОРНЫХ ПОРОД

Цель. Качество дробления взорванной горной массы – это один из основных показателей эффективной работы буровзрывного комплекса. Последнее во многом зависит от технологии ведения взрывных работ, включающей в себя способы размещения, формирования и инициирования скважинных зарядов ВВ.

Методы исследований. Эти составляющие технологии ведения взрывных работ в значительной степени определяют характер распределения энергии взрыва в разрушаемом массиве горных пород. Очень быстрое выделение большого количества энергии в разрушаемом объеме горных пород сопровождается различными процессами разрушения. Определение зависимости между этими процессами – одна из задач теории разрушения твердых тел при взрыве.

Научная новизна Изучен механизм образования предварительной взрыводинамической зоны разрушения при взаимодействии силовых полей смежных скважинных зарядов ВВ, расположенных на границе взрываемого горного массива, установлены зависимости между плотностью энергии взрыва аккумулированной средой, массовой скоростью и величиной начального удельного импульса взрывной нагрузки для произвольной точки разрушаемого объема горных пород.

Повышение эффективности технологии уступной взрывной отбойки горных пород на железорудных карьерах достигается использованием взрывной технологии, в основу которой положено представления о формирования полей напряжений при взрыве скважинных зарядов вв в разрушаемом объеме горных пород.

Практическая значимость. Для ведения взрывных работ важно знать особенности формирования и взаимодействия силовых полей скважинных зарядов ВВ, взрывааемых в одной ступени замедления.

Основную роль в процессе разрушения горного массива при этих условиях играют зоны I и II силовых полей разрушения.

Подбором $P(t)$ (величина импульса взрывной полости) в каждом из взаимодействующих зарядов, можно регулировать процесс взрывного нагружения, в зависимости от конкретных горно-геологических условий ведения взрывных работ.

Результаты. Полученные результаты могут быть использованы для разработки взрывных технологий, основанных на разрушении горного массива, приведенного предварительно в напряженное состояние от взрыва зарядов ВВ, расположенных на его границе.

Ключевые слова: силовые поля, область разрушения скважинные заряды, взрывная отбойка

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. За счет изменения способов формирования и размещения зарядов ВВ в разрушаемом объеме, можно влиять на процесс разрушения, зная особенности формирования силовых полей.

Характер формирования и основные характеристики зоны III важны для изучения процесса разрушения горного массива, приведенного в напряженное состояние от ранее взорванных скважинных зарядов ВВ.

Учитывая временные и геометрические характеристики зоны III, можно предположить, что напряженное состояние горного массива будет полностью отвечать физическим параметрам интегральной зоны образованной от ранее взорвавшихся скважинных зарядов ВВ.

Для теории и практики ведения взрывных работ важно знать особенности формирования и взаимодействия силовых полей скважинных зарядов ВВ, взрывааемых в одной ступени замедления.

Для изучения особенностей формирования силовых полей разрушения при взрывной отбойке горных пород скважинными зарядами ВВ, рассмотрим структуру и закономерность формирования области разрушения цилиндрического заряда на основе теоретических схем и условий, приведенных в работах [1-4].

Анализ исследований и публикаций. Введем следующие обозначения: зона I - область $\sigma_\theta = \alpha$, $\sigma_r = \beta$, $\sigma_r < \sigma_\theta < 0$ в плоскости напряжений σ_r , σ_θ и соответствующая ей область разрушения, зона II - область $\sigma_\theta = 0$ в плоскости напряжений и соответствующая ей область разрушения, зона III - область возмущенного физического пространства, где среда находится в не разрушенном состоянии. Зоны I, II, III располагаются в порядке их удаления от взрывной полости (рис. 1).

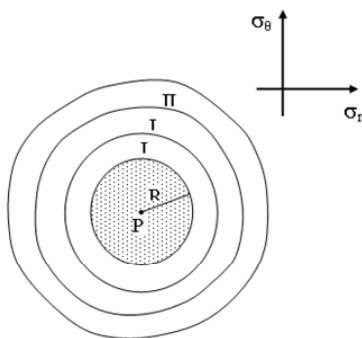


Рис. 1. Структура силового поля цилиндрического заряда ВВ

Постановка задачи. Исследуем поверхности разрушения.

Если ударная волна сжатия в начале имеет большую интенсивность, то разрушение частицы происходит непосредственно на переднем фронте волны. В этом случае поверхность разрушения совпадает с фронтом ударной волны. Если интенсивность ударной волны недостаточно велика, то скорость распространения поверхности разрушения меньше скорости распространения переднего фронта возмущения и величина поверхности разрушения является постоянной и зависит от прочностных

свойств разрушаемой среды. В этом случае вначале частица в неразрушенном состоянии подвергается некоторому возмущению, находящемуся в упругой области, а затем начинается постепенное разрушение. Дробление частицы тем больше, чем ближе она расположена к месту взрыва. Поверхности разрушения, как некоторой границе возможной полости в разрушаемой среде, придается геометрический смысл. Определение поверхности разрушения основано на положениях, изложенных в работе [2].

Изложение материала и результаты. В каждой точке поверхности разрушения выполняется уравнение сохранения массы

$$\rho_o (V_n - v_{no}) = \rho (V_n - v_n),$$

уравнение сохранения импульса

$$\sigma_{no} - \sigma_n = \rho_o (v_{no} - V_n)(v_{no} - v_n),$$

$\tau_{io} - \tau_i = \rho_o (v_{no} - V_n)(v_{io} - v_i)$ ($i=1,2$), тогда поверхность разрушения определяется как

$$\theta = \frac{1}{2}(V_n - v_{no})^2 + v_o - \frac{\sigma_{no}}{\rho} - \frac{1}{2}(V_n - v_n)^2 - v + \frac{\sigma_n}{\rho}. \quad (1)$$

Здесь индекс 0 относится к неразрушенному состоянию; n – внешняя нормаль к поверхности; σ_n, τ_i – компоненты вектора напряжения; v_n – скорость распространения поверхности разрушения; v – упругий потенциал единицы массы; ρ, V – плотность и скорость материальных частиц. Для рассматриваемых зон основного поля разрушений цилиндрического заряда будем считать процесс расширения газа в полости квазистатическим и политропным

$$P r_1(t)^{3\gamma} = P_o \cdot R^{3\gamma}, \quad (2)$$

где $r_1(t)$ – радиус взрывной полости в момент времени t ; γ – показатель политропы.

Компонентами вектора смещения и скорости материальной частицы будут радиальные составляющие u и v . Будет использована эйлерова координата r и начальная координата r_o материальной точки.

Для зоны I система уравнений имеет вид уравнение движения

$$\rho(\partial v / \partial t + v \partial v / \partial r) = \partial \sigma_r / \partial r + 2(1 - \alpha)(\sigma_r - 2\beta)r^{-1},$$

уравнение сохранения массы

$$r^{-2} \partial(r^2 v) / \partial r = 0 \quad (3)$$

и следующие тождества

в эйлеровых координатах

$$r = r_o + u(r, m), \quad v = \partial u / \partial t + v \cdot \partial u / \partial r,$$

в лагранжевых координатах

$$r = r_o + u(r_o, m), \quad v = \partial r / \partial t = \partial u / \partial t.$$

Согласно законам сохранения массы

$$v = f'(t)r^{-2}, \quad (4)$$

где $f(t)$ – произвольная функция.

Тогда с учетом изложенного

$$u = r - f_2(r^3 - 3f(t)). \quad (5)$$

$$\sigma_r = f_1(t) \cdot r^{-2(\alpha+1)} + \beta(1-\alpha)^{-1} - \rho f_1'' \cdot r^{-1} + \rho f_1'^2 \cdot 1/2r^4,$$

где $f_1(t)$ и $f_2(t)$ – произвольные функции.

Из условия (2) находим f_1 и в результате получим

$$\sigma_r = \left(\frac{r_1}{r}\right)^{2(1-\alpha)} \left(\frac{-\beta}{1-\alpha} - \alpha_0 r_1^{-3} + \frac{\rho f_1''(t)}{r_1} - \frac{\rho f_1'^2(t)}{2r_1^4} \right) + \frac{\beta}{1-\alpha} - \frac{\rho f_1''(t)}{r} + \frac{\rho f_1'^2(t)}{2r^4}, \quad (6)$$

где $\alpha_0 = P_o R^{3\gamma}$.

Из первого равенства (5) можно найти $f_2(t)$, а $f_1(0)$ можно принять равным нулю. И в результате получим

$$u = r - r_o = r - (r^3 - 3f_1(t))^{1/3}. \quad (7)$$

Общее решение исходных уравнений для зоны I дают формулы (4), (6) и (7). Данное решение содержит произвольные функции $r_1(t)$ и $f(t)$.

Система уравнений для нахождения основных характеристик для зоны II имеет вид

$$\rho \partial^2 u / \partial t^2 = \partial \sigma_r / \partial r + 2\sigma_r / r,$$

$$\sigma_r = E \partial u / \partial r - P_o(1 - 2\nu),$$

$$\sigma_\theta = 0.$$

Общее решение задачи для зоны II выражается через две произвольные функции f_2 и f_1

$$\begin{aligned} u &= r^{-1}(f_2(c_1 t - r) + f_3(c_1 t + r)) + r P_o(1 - 2\nu)E^{-1}, \\ v &= (c_1 / r)(f_2'(c_1 t - r) + f_3'(c_1 t + r)), \\ \sigma_r &= (E / r)(f_3'(c_1 t + r) - f_1'(c_1 t - r)) - (E / r^2)(f_2(c_1 t - r) + f_3(c_1 t + r)), \end{aligned} \quad (8)$$

где $c_1 = \sqrt{E / \rho}$.

Система уравнений для зоны III определена согласно несжимаемости среды разрушения как

$$\begin{aligned}\rho_o \partial^2 u / \partial t^2 &= \partial \sigma_r / \partial r + 2/r(\sigma_r - \sigma_o), \\ \sigma_r &= -P_o - P + 2\mu \partial u / \partial r, \\ \sigma_\theta &= -P_o - P + 2\mu u / r, \\ \partial u / \partial r &= -2ur^{-1}.\end{aligned}\quad (9)$$

Общее решение данной системы имеет вид

$$\begin{aligned}u &= r_o^{-2} \cdot f_4(t), & v &= r_o^{-2} \cdot f_4'(t), \\ \sigma_r &= -4\mu r_o^{-3} \cdot f_4(t) - \rho_o r_o^{-1} \cdot f_4''(t) - P_o, \\ \sigma_\theta &= 2\mu r_o^{-3} \cdot f_4(t) - \rho_o r_o^{-1} \cdot f_4''(t) - P_o,\end{aligned}$$

где $f_4(t)$ - произвольная функция напряжения на бесконечности по условию равна $-P_o$.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Представленное силовое поле разрушения, на плоскости цилиндрического заряда ВВ, должно отвечать следующим требованиям: смещение непрерывно; потоки массы и импульса при переходе через зоны сохраняются; на поверхности разрушения должно выполняться условие, определяющее θ .

Основные геометрические параметры силового поля за достаточно большой промежуток времени ($t \rightarrow \infty$) определяются из условия, что произвольные функции $f_m (m = \overline{1,4})$ в общем решении превращаются в постоянные $c_m (m = \overline{1,4})$ и решения на основании формул (6)- (9) принимают следующий вид

($r_1 < r < r_2$) - зона I

$$\begin{aligned}u &= r - r_0 = r - (r^3 - 3c_1)^{1/3} \quad (\sigma_r = \alpha\sigma_r + \beta), \\ \sigma_r &= \left(\frac{r_1}{r}\right)^{2(1-\alpha)} \left(\frac{\beta}{\alpha-1} - \alpha_0 r_1^{-3x}\right) + \frac{\beta}{1-\alpha},\end{aligned}\quad (10)$$

($r_2 < r < r_3$) - зона II

$$u = c_2 r^{-1} + r P_o (1-2\nu) E^{-1} + c_4, \quad \sigma_r = -E c_2 r^{-2}, \quad \sigma_\theta = 0 \quad (11)$$

($r_3 < r < \infty$) - зона III

$$\begin{aligned}u &= c_3 r^{-2}, & \sigma_r &= -P_o - 4\mu c_3 r^{-2} \\ \sigma_o &= -P_o + 2\mu c_3 r^{-3}.\end{aligned}\quad (12)$$

Показатель x соответствует последнему этапу расширения газа.

Окончательные размеры отдельных зон силового поля взрывного нагружения разрушаемой среды определяются как

$$\begin{aligned}r_1 &= R / \lambda, & r_2 &= (1 - \lambda^3)^{1/3} \cdot r_1, \\ & & &(0 < \lambda < 1),\end{aligned}$$

$$r_3 = r_2 (E \eta_2 / P_o + 4\mu \eta_3)^{1/2}.$$

Для решений (10), (11) и (12) постоянные $c_m (m = \overline{1,4})$ равны

$$\begin{aligned}c_1 &= R^3 (1 - \lambda^3) / 3\lambda^3, \quad c_2 = \eta_3 r_2^2, \quad c_3 = \eta_3 r_3^3, \\ c_4 &= -\frac{2p_o(1-\nu) + \eta_3(4\mu - E)}{Er_3^{-1}}.\end{aligned}$$

Здесь η_2 и η_3 - положительные корни уравнений

$$\begin{aligned}v \cdot \eta_3^2 + 2\nu(3-\nu)\eta_2 \left(\frac{\beta}{E} - \alpha\eta_2\right) + (1+3\nu^2) \left(\frac{\beta}{E} - \alpha\eta_2\right)^2 &= 0, \\ v^2 \left(\frac{p_o}{\mu} + 4\eta_3\right)^2 - 2\nu(3-\nu) \left(\frac{p_o}{\mu} + 4\eta_3\right) \left(\frac{p_o}{\mu} - 2\eta_3\right) + (1+3\nu^2) \left(\frac{p_o}{\mu} - 2\eta_3\right)^2 &= 4(1+\nu)^3 \frac{\rho\theta}{E}.\end{aligned}$$

Учитывая, что граница зоны I и II не является фронтом разрушения, то при взрыве мощного скважинного заряда ВВ зона II возникает на сравнительно поздних стадиях процесса и на достаточном удалении от взрывной полости.

В зависимости от давления газа в полости могут реализоваться самые различные сочетания зон I, II и III.

Для теории и практики ведения взрывных работ важно знать особенности формирования и взаимодействия силовых полей скважинных зарядов ВВ, взрывааемых в одной ступени замедления. Основную роль в процессе ($r_3 < r < \infty$) - зона III

$$u = c_3 r^{-2}, \quad \sigma_r = -P_0 - 4\mu c_3 r^{-2}$$

$$\sigma_o = -P_0 + 2\mu c_3 r^{-3}.$$

Показатель x соответствует последнему этапу расширения газа.

Окончательные размеры отдельных зон силового поля взрывного нагружения разрушаемой среды определяются как:

$$r_1 = R / \lambda, \quad r_2 = (1 - \lambda^3)^{1/3} \cdot r_1,$$

$$(0 < \lambda < 1),$$

$$r_3 = r_2 (E \eta_2 / P_0 + 4\mu \eta_3)^{1/2}.$$

Для решений (2.10), (2.11) и (2.12) постоянные c_m ($m = 1, 4$) равны

$$c_1 = R^3 (1 - \lambda^3) / 3\lambda^3, \quad c_2 = \eta_3 r_2^2, \quad c_3 = \eta_3 r_3^3, \quad c_4 = -\frac{2p_0(1-\nu) + \eta_3(4\mu - E)}{Er_3^{-1}}.$$

Здесь η_2 и η_3 - положительные корни уравнений:

$$\nu \cdot \eta_3^2 + 2\nu(3-\nu)\eta_2 \left(\frac{\beta}{E} - \alpha\eta_2 \right) + (1+3\nu^2) \left(\frac{\beta}{E} - \alpha\eta_2 \right)^2 = 0,$$

$$\nu^2 \left(\frac{P_0}{\mu} + 4\eta_3 \right)^2 - 2\nu(3-\nu) \left(\frac{P_0}{\mu} + 4\eta_3 \right) \left(\frac{P_0}{\mu} - 2\eta_3 \right) + (1+3\nu^2) \left(\frac{P_0}{\mu} - 2\eta_3 \right)^2 = 4(1+\nu)^3 \frac{\rho\theta}{E}.$$

Учитывая, что граница зоны I и II не является фронтом разрушения, то при взрыве мощного скважинного заряда ВВ зона II возникает на сравнительно поздних стадиях процесса и на достаточном удалении от взрывной полости. В зависимости от давления газа в полости могут реализоваться самые различные сочетания зон I, II и III.

Для ведения взрывных работ важно знать особенности формирования и взаимодействия силовых полей скважинных зарядов ВВ, взрывааемых в одной ступени замедления.

Основную роль в процессе разрушения горного массива при этих условиях играют зоны I и II силовых полей разрушения.

Подбором $P(t)$ (величина импульса взрывной полости) в каждом из взаимодействующих зарядов, можно регулировать процесс взрывного нагружения, в зависимости от конкретных горно-геологических условий ведения взрывных работ.

Выводы и направление дальнейших исследований. За счет изменения способов формирования и размещения зарядов ВВ в разрушаемом объеме, можно влиять на процесс разрушения, зная особенности формирования силовых полей.

Характер формирования и основные характеристики зоны III важны для изучения процесса разрушения горного массива, приведенного в напряженное состояние от ранее взорванных скважинных зарядов ВВ.

Учитывая временные и геометрические характеристики зоны III, можно предположить, что напряженное состояние горного массива будет полностью отвечать физическим параметрам интегральной зоны образованной от ранее взорвавшихся скважинных зарядов ВВ.

Полученные результаты могут быть использованы для разработки взрывных технологий, основанных на разрушении горного массива, приведенного предварительно в напряженное состояние от взрыва зарядов ВВ, расположенных на его границе.

Список литературы

1. Григорян С.С. Некоторые вопросы математической теории деформирования и разрушения твердых горных пород / С.С. Григорян // ПММ, 1967. – Т.31. – С.157-245.
2. Черепанов Г.П. Механика хрупкого разрушения / Черепанов Г.П. // М.: Наука, 1974. – 640 с.
3. Седов Л.И. Введение в механику сплошной среды /Л.И. Седов // М.:1962. – 440 с.

4. **Партон В.З., Черепанов Г.П.** Механика разрушения / **В.З. Партон, Г.П. Черепанов** // Механика в СССР за 50 лет. – М.: Наука, 1972. – Т.3.
5. **Мосинец В.Н., Абрамов А.В.** Разрушение трещиноватых и нарушенных горных пород / **В.Н. Мосинец, А.В. Абрамов** // – М.: Недра, 1982. – 248 с.
6. Исследование и разработка способа разрушения горных пород, основанного на взрывании скважинных зарядов в режиме малых замедлений: Отчет о НИР (заключительный) Криворожский горнорудный институт: № ГР 01890016602. Инв. № 029.00012891. Кривой Рог, 1989. – 55 с.
7. Исследование и разработка способа разрушения горных пород, основанного на взаимодействии зарядов ВВ с разными режимами детонации: Отчет о НИР (заключительный) Криворожский горнорудный институт: № ГР 0190U062479. Инв. № 029. 00222381. Кривой Рог, 1990. – 58 с.
8. **Тищенко С.В.** Ресурсосберегающая технология взрывного разрушения горных пород / **С.В. Тищенко** // Металлургическая и горнорудная промышленность, 2003. - № 5. – С.73-74.
9. **Cherepanov G.P.** On the theory of fluidization, part I. General model. Ind. Enqng chemistry fundamentals 11. - № 1. – 1372.
10. **Griffith A.A.** The phenomenon of rupture and flow in solids. Phil. Trans. Roy. Soc. A 221, 1920, p.1201-1206.
11. **Moth N.F.** Fracture of metals. Theor. Conq. Enqng. 1948. V.1657 № 16. p.321-348.

Рукопись поступила в редакцию 26.03.16

УДК 681.51: 665.64

В.С. КАРДАШУК, канд. техн. наук, доц., К. АЛАХМАД УЛМОУ, здобувач
Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, м. Сєверодонецьк

ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ НАНОКАТАЛІТИЧНОГО КРЕКІНГУ ВАКУУМНОГО ГАЗОЙЛЮ

У статті запропоновано модернізовану систему керування процесом каталітичного крекінгу вакуумного газойлю аерозольним нанокаталізом, що забезпечує максимальний вихід високоякісних бензинових і дизельних фракцій. Удосконалена система керування забезпечує формування керуючих впливів на основі інформації про зміну температури процесу, частоти вібрації реактора та витрат реагентів.

Технологія АНК має суттєві переваги перед іншими, так як дозволяє значно збільшити швидкість реакції у розрахунку до масової витрати каталізатора, суттєве зменшення його кількості та енергозатрат тощо.

У даний час основним напрямком досягнення високої інтенсифікації процесу каталітичного крекінгу є роботи пов'язані з модернізацією системи автоматизації реактора, спрощення його конструкції, вибору каталізатора та його геометричних характеристик, методів підготовки каталізатора а також принципів контактування каталізатора з вуглеводневими парами [2]. Якщо фізико-хімічні характеристики процесу крекінгу, як правило, є заданими попередніми технологічними процесами перероблення нафтопродуктів, то головними питаннями в процесі каталітичного крекінгу є наступні: принципи та способи контактування каталізатора з вторинною вуглеводною сировиною, системи забезпечення активності каталізатора за час перебування його в реакторі, оптимальний режим його роботи та ін.

Отже, актуальною є задача модернізація існуючої системи автоматизації керування процесом каталітичного крекінгу, розробки методів оптимального керування, які забезпечують отримання високоякісних бензинових і дизельних фракцій в умовах невизначеності параметрів.

Ключові слова: високоякісний бензин, каталітичний крекінг, дизельні фракції

Постановка задачі. Дослідження каталітичного крекінгу вакуумного газойлю в умовах АНК показало можливість збільшення швидкості реакції до 10 разів в розрахунку на реакційний об'єм, що викликає відповідне зменшення габаритів устаткування. Необхідна в умовах кількість каталізатору 2 г/м³ реактору проти 300-700 кг/м³ в гетерогенному каталізі викликає зменшення об'єму, необхідного для регенерації каталізатору майже в 2000 разів. Відповідні фактори на користь АНК потребують оригінального підходу щодо організації автоматичного керування технологічним процесом каталітичного крекінгу.

Аналіз досліджень і публікацій. Виробництво моторного палива є одним з важливих етапів при глибокій переробці нафтопродуктів і відрізняються значним енерго- та ресурсоспоживанням, що призводить до високої вартості готової продукції, а також збільшення затрат на переробку чи утилізацію відходів виробництва. У промисловій практиці одним з основних процесів переробки вторинної вуглеводної сировини є каталітичний крекінг. Зарубіжні фірми досягають високих показників ефективності глибокої переробки нафтопродуктів за рахунок використання нових нанотехнологій та оптимальних систем автоматизованого керування, до яких відноситься й аерозольний нанокаталіз (АНК) у віброзв'язаному шарі каталізатора та є принципово новим науково-практичним рішенням проблеми глибокого перероблення