

6.3 Определение центра технологической безопасности процесса измельчения апатитонефелиновых руд

6.3.1 Расчет центра безопасности технологического параметра удельная производительность по определяющему классу крупности

Центром безопасности удельной производительности по определяющему классу крупности $q^{0.16}$ будет являться максимальная удельная производительность по определяющему классу $q_{\max}^{0.16}$, которая характеризует измельчаемость руды и определяется только ее свойствами. Исходя из этого, центр безопасности удельной производительности по определяющему классу будет зависеть от типа перерабатываемой руды (согласно технологической типизации) и от содержания нефелина в руде, как основного минерала, определяющего ее свойства.

По данным экспресс-минералогического анализа проводится классификация руды согласно технологической типизации. Алгоритм нечеткого классификатора руды по типу и формализация лингвистической переменной «содержание нефелина в руде» представлены в разделе 6.3.2.

По решающей таблице (табл. 6.1), составленной на основе знаний экспертов, делается нечеткий логический вывод. Таким образом, определяется значение нечеткой переменной «максимальная удельная производительность по определяющему классу»; приведение к четкости проводится центроидным методом. Полученная в результате максимальная удельная производительность и является центром технологической безопасности по данному параметру.

Таким образом, при изменении свойств перерабатываемой руды происходит смещение центра технологической безопасности процесса. Блок-схема определения центра безопасности технологического параметра «удельной производительности по определяющему классу» представлена на рис. 6.8.

Таблица 6.1
Решающая таблица нечеткого логического вывода нечеткой переменной «максимальная удельная производительность по определяющему классу крупности» (где T_i – тип руды; N_i – терм-множества лингвистической переменной «содержание нефелина в руде».)

	N_1	N_2	N_3	N_4	N_5
T_1	Средняя	Средняя	Низкая	Низкая	Низкая
T_2	Высокая	Высокая	Средняя	Средняя	Средняя
T_3	Высокая	Высокая	Высокая	Средняя	Средняя
T_4	Средняя	Низкая	Низкая	Низкая	Низкая

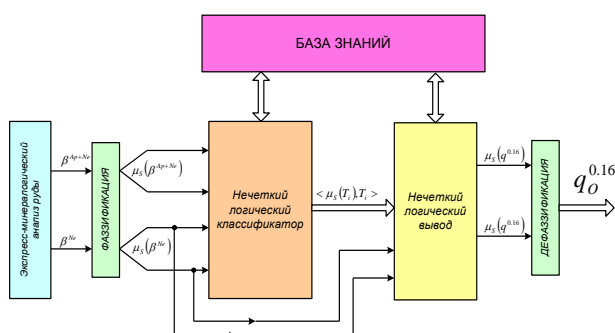


Рис. 6.8 Блок-схема определения центра безопасности технологического параметра «удельная производительность по определяющему классу крупности»

6.3.2 Расчет центра безопасности технологического параметра коэффициент качества процесса измельчения

Коэффициент качества процесса измельчения определяет требуемую крупность готового продукта измельчения. Необходимость помола руды до той или иной степени крупности определяется обогатимостью руды и заданной кондицией на концентрат $\beta_K^{+0.16}$. Показателем, характеризующим обогатимость руды, является технологическое извлечение ценного компонента в концентрат $\varepsilon_{\text{тех}}$, %. Рациональное технологическое извлечение $\varepsilon_{\text{тех}}$ для данного типа апатитонефелиновой руды зависит от содержания ценного компонента в руде ($\beta^{P_2O_5}$, %) и суммарного содержания апатита и нефелина в руде (β^{Ap+Ne} , %).

Рациональное технологическое извлечение ценного компонента в концентрат будем

находить, используя правила нечеткого логического вывода на основании базы знаний, сформированной по результатам экспертного опроса.

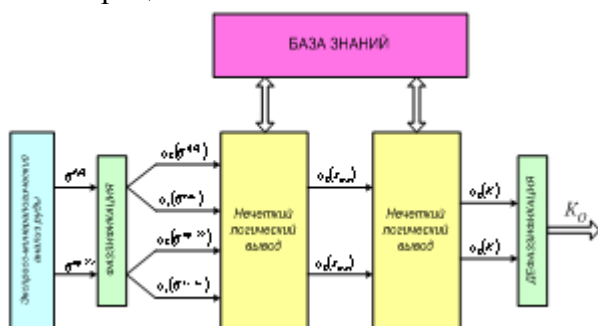
Первоначально введем лингвистические переменные: «суммарное содержание апатита и нефелина в руде», «содержание ценного компонента в руде» и «технологическое извлечение», определим их терм-множества и зададим функции принадлежности каждому терм-множеству лингвистической переменной.

Формализация лингвистических переменных «содержание ценного компонента в руде» и «технологическое извлечение» представлена на рисунках 6.6, 6.7.

По правилам, составленным на основе знаний экспертов, делается нечеткий логический вывод и определяется нечеткое значение переменной «коэффициент качества процесса измельчения»; приведение к четкости проводится центроидным методом. Таким образом, определяется значение нечеткой переменной «технологическое извлечение».

Правила нечеткого логического вывода следующие:

1. Если «технологическое извлечение» – «низкое», тогда «коэффициент качества процесса измельчения» – «высокий».
2. Если «технологическое извлечение» – «среднее», тогда «коэффициент качества процесса измельчения» – «средний».
3. Если «технологическое извлечение» – «повышенное», тогда «коэффициент качества процесса измельчения» – «пониженный».



4. Если «технологическое извлечение» – «высокое», тогда «коэффициент качества процесса измельчения» – «высокий».

Блок-схема определения центра безопасности технологического параметра «коэффициент качества процесса измельчения» представлена на рис. 6.9.

Рис. 6.9. Блок-схема определения центра безопасности технологического параметра «коэффициент качества процесса измельчения».

6.3.3 Расчет центра безопасности технологического параметра объемное заполнение мельницы шарами

Интервал изменения параметра в области регламентного состояния процесса – $\varphi_{III} \in [46;51],\%$. Разобьем данный интервал на множество непересекающихся диапазонов изменения объемного заполнения мельницы шарами следующим образом:

$$Y = \{y_1, y_2, y_3, y_4, y_5, y_6\} = \{(45;46), (46;47), (47;48), (48;49), (49;50), (50;51)\}$$

Зададим нечеткое отношение предпочтения xRy – «интервал x значений параметра $\varphi_{III} \in \Delta\varphi_{III}^{резл}$ не хуже (с точки зрения безопасности функционирования технологического процесса) интервала y » в виде матрицы (таблица 6.2).

Матрица нечеткого отношения доминирования $R^D = R \setminus R^{-1}$ с функцией принадлежности $\mu_{R^D}(y, x) = \max\{\mu_R(y, x) - \mu_R(x, y), 0\}$ представлена в таблице 6.3.

Таблица 6. 2

Отношение предпочтения на множестве интервалов параметра «объемное заполнение мельницы шарами»

Интервал	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6
y_1	1,0	0,2	0	0,1	0,5	0,7
y_2	0,6	1,0	0,2	0,1	0,6	0,8
y_3	1,0	0,7	1,0	0,8	0,9	1,0
y_4	0,5	0,4	0,2	1,0	0,1	0
y_5	0,6	0,5	0,1	0,7	1,0	0,3
y_6	0,7	0,3	0,1	0,9	0,7	0,1

Таблица 6.3

Отношение доминирования на множестве интервалов параметра «объемное заполнение мельницы шарами»

Интервал	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6
y_1	0	0	0	0	0	0
y_2	0,4	0	0	0	0	0,1

y_3	1,0	0,5	0	0,6	0,7	0,9
y_4	0,4	0,3	0	0	0	0
y_5	0,1	0	0	0,6	0	0
y_6	0	0	0	0,9	0,4	0

Определим нечеткое подмножество недоминируемых альтернатив согласно выражению $\mu_R^{n.d.}(y) = 1 - \max_{x \in Y} \{\mu_{R^D}(y, x)\}$ (табл. 6.4).

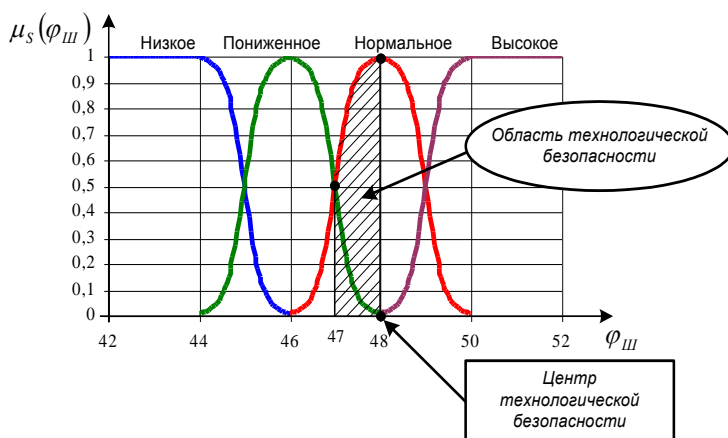
Таблица 6.4.
Множество недоминируемых альтернатив интервалов параметра «объемное заполнение мельницы шарами»

y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6
0	0,5	1,0	0,1	0,3	0,1

Определим максимально недоминируемые альтернативы модели выбора $(Y, R(\mu_R))$.

$$Y^{n.d.} = \{y / y \in Y, \mu_R^{n.d.} = \sup \mu_R^{n.d.}(z), z \in Y\} = \{y_3\}$$

Выделив из полученного нечеткого множества $Y^{n.d.}$ интервал, имеющий максимальную степень недоминируемости, получаем интервал y_3^i , который является наиболее предпочтительным для



данного технологического параметра с точки зрения безопасности.

Таким образом, областью технологической безопасности параметра «объемное заполнение мельницы шарами» будет являться интервал $y_3 \equiv [47; 48], \%$.

Рис. 6.10 Центр технологической безопасности параметра «объемное заполнение мельницы шарами».

Значение параметра $\varphi_{Ш}^o$ из интервала $y_3 \equiv [47; 48]$, соответствующего области

технологической безопасности процесса, для которого $\mu_{E_i}(\varphi_{Ш}^o) = \max_{\varphi_{Ш} \in y_3} \mu_{E_i}(\varphi_{Ш})$ определит центр технологической безопасности параметра «объемное заполнение мельницы шарами» (см. рис. 6.10).

Таким образом $\varphi_{Ш}^o = 48 \%$.