Расчет схемы измельчения и выбор оборудования для измельчения и классификации

Пример расчета производительности шаровых мельниц первой стадии по удельной производительности

Расчет производительности шаровых мельниц первой стадии измельчения для варианта 1

Исходные данные по проектируемой руде аналогичны данным принятым для расчета количественной и водно-шламовой схемы:
1) часовая производительность измельчительного передела – 509 т/ч;
2) крупность питания мельницы рудой – 12 мм;
3) крупность измельчения руды в первой стадии – 53 % класса –0.074 мм;
4) крупность измельчения руды во второй стадии – 85 % класса –0.074 мм;
5) крепость руды по М.Протодьяконову – 17;
6) содержание класса –0.074 мм в дробленой руде – 7 %;
7) измельчение в первой стадии предполагается в мельницах типа МШР, во второй – в мельницах типа МШЦ.

За эталонную мельницу принята мельница МШР–32х31 Зыряновской обогатительной фабрики со следующими данными:
1) крупность питания мельницы рудой – 16 мм;
2) крупность измельчения руды в первой стадии – 50 % класса –0.074 мм;
3) крупность измельчения руды во второй стадии – 85 % класса –0.074 мм;
4) крепость руды по М.Протодьяконову – 10;
5) удельная производительность мельницы первой стадии – 1.73 т/($м^3$ * ч), второй стадии – 1.27 т/($м^3$ * ч) (для мельницы МШЦ–21х30).

Для определения типоразмеров сравниваемых мельниц находим ориентировочный объем из соотношения:

$V_{ОР} = Q_0/(2.5 \div 3) = 509/(2.5 \div 3) = 203.6 \div 169.7$ $м^3$.

Наибольший типоразмер мельницы принимается с объемом барабана, близким к полученным значениям (если имеются мельницы с таким объемом), либо наибольший из таблицы технической характеристики мельниц.

Для сравнения принимаются следующие типоразмеры мельниц:
1) МШР–55х65 с V = 141 $м^3$;
2) МШР–45х65 с V = 86 $м^3$;
3) МШР–45х50 с V = 71 $м^3$;
4) МШР–40х50 с V = 55 $м^3$.

Удельная производительность принятых мельниц рассчитывается по формуле:

$q_{-74} = q_Э * K_И * K_K * K_T * K_D * K_L * K_\varphi * K_\psi$, т/(м^3*ч).

Определим поправочные коэффициенты для мельницы МШР–55х65.

Коэффициент $K_И$ определяем по формуле с помощью таблицы 1:

$K_И = K_{f\,пр} / K_{f\ эт} = 0.88 / 1.41 = 0.62.$

Таблица 1 – Ориентировочное значение коэффициента измельчаемости для руд различной крепости

Коэффициент крепости по Протодьяконову	4-6	7-8	9-10	11-12	13-14	15-16	17-18	19-20
Коэффициент измельчаемости	1.90	1.63	1.41	1.22	1.1	1.0	0.88	0.75

Коэффициент K_K определяем по формуле с помощью таблицы 2:

$K_K = m_2 / m_1 = 0.99 / 0.975 = 1.015.$

Таблица 2 – Значение относительной удельной производительности в зависимости от крупности питания и измельчения

Крупность исходного питания, мм	Содержание класса –0.074 мм в конечном продукте, %									
	30	40	48	60	65	72	80	85	90	95
	Значение m									
30–0	0.75	0.83	0.88	0.89	0.88	0.85	0.84	0.83	0.82	0.80
20–0	0.81	0.89	0.92	0.92	0.90	0.88	0.87	0.86	0.84	0.82
15–0	0.88	0.96	0.97	0.96	0.92	0.90	0.89	0.88	0.86	0.83
12–0	0.92	0.99	1.00	0.98	0.96	0.92	0.90	0.89	0.87	0.84
10–0	0.95	1.02	1.03	1.00	0.97	0.93	0.91	0.90	0.88	0.85
8–0	1.02	1.08	1.07	1.03	0.99	0.94	0.91	0.90	0.88	0.85
5–0	1.11	1.15	1.13	1.05	1.00	0.95	0.92	0.91	0.88	0.85
3–0	1.17	1.19	1.16	1.06	1.02	0.95	0.92	0.91	0.88	0.86

Коэффициент K_T = 1.0, т.к. проектируемая и эталонная мельницы однотипны.

Коэффициенты K_φ и K_ψ принимаем равными 1.0, т.к. принимается, что проектируемая мельница работает в режиме эталонной.

Коэффициент K_D определяем по формуле:

$$K_D = \sqrt{\frac{D_{пр} - 0.15}{D_{эт} - 0.15}} = \sqrt{\frac{5.5 - 0.15}{3.2 - 0.15}} = 1.32\ .$$

Коэффициент K_L определяем по формуле:

$$K_L = \left(\frac{L_{пр}}{L_{эт}} \right)^{0.15} = \left(\frac{6.5}{3.1} \right)^{0.15} = 1.12 .$$

Удельная производительность мельницы МШР–55х65 составит:

$q_{-74} = 1.73 * 0.62 * 1.015 * 1.0 * 1.32 * 1.12 * 1.0 * 1.0 = 1.61$ т/(м^3*ч).

Для остальных мельниц могут изменяться только коэффициенты K_D и K_L.

Для мельницы МШР–45х65:

$$K_D = \sqrt{\frac{D_{пр} - 0.15}{D_{эт} - 0.15}} = \sqrt{\frac{4.5 - 0.15}{3.2 - 0.15}} = 1.19 .$$

$$K_L = \left(\frac{L_{пр}}{L_{эт}} \right)^{0.15} = \left(\frac{6.5}{3.1} \right)^{0.15} = 1.12 .$$

Удельная производительность мельницы МШР–45х65 составит:

$q_{-74} = 1.73 * 0.62 * 1.015 * 1.0 * 1.19 * 1.12 * 1.0 * 1.0 = 1.45$ т/(м3*ч).

Для мельницы МШР–45х50:

$$K_D = \sqrt{\frac{D_{пр} - 0.15}{D_{эт} - 0.15}} = \sqrt{\frac{4.5 - 0.15}{3.2 - 0.15}} = 1.19 .$$

$$K_L = \left(\frac{L_{пр}}{L_{эт}} \right)^{0.15} = \left(\frac{5.0}{3.1} \right)^{0.15} = 1.07 .$$

Удельная производительность мельницы МШР–45х50 составит:

$q_{-74} = 1.73 * 0.62 * 1.015 * 1.0 * 1.19 * 1.07 * 1.0 * 1.0 = 1.39$ т/(м3*ч).

Для мельницы МШР–40х50:

$$K_D = \sqrt{\frac{D_{пр} - 0.15}{D_{эт} - 0.15}} = \sqrt{\frac{4.0 - 0.15}{3.2 - 0.15}} = 1.12 .$$

$$K_L = \left(\frac{L_{пр}}{L_{эт}}\right)^{0.15} = \left(\frac{5.0}{3.1}\right)^{0.15} = 1.07 .$$

Удельная производительность мельницы МШР–40х50 составит:

$q_{-74} = 1.73 * 0.62 * 1.015 * 1.0 * 1.12 * 1.07 * 1.0 * 1.0 = 1.30$ т/(м3*ч).

Производительность мельниц по руде в соответствии с формулой составит:
для МШР–55х65:

$$Q_P = \frac{q_{-74} * V}{\beta_K^{-74} - \beta_H^{-74}} = \frac{1.61 * 141}{0.53 - 0.07} = 493.5 \text{ т/ч};$$

для МШР–45х65:

$$Q_P = \frac{q_{-74} * V}{\beta_K^{-74} - \beta_H^{-74}} = \frac{1.45 * 86}{0.53 - 0.07} = 271.1 \text{ т/ч};$$

для МШР–45х50:

$$Q_P = \frac{q_{-74} * V}{\beta_K^{-74} - \beta_H^{-74}} = \frac{1.39 * 71}{0.53 - 0.07} = 214.5 \text{ т/ч};$$

для МШР–40х50:

$$Q_P = \frac{q_{-74} * V}{\beta_K^{-74} - \beta_H^{-74}} = \frac{1.30 * 55}{0.53 - 0.07} = 155.4 \text{ т/ч}.$$

Количество мельниц и коэффициент загрузки составят:

для МШР–55х65: N = 509/493.5 = 2 шт., $К_З$ = 509/(2*493.5) = 0.52;
для МШР–45х65: N = 509/271.1 = 2 шт., $К_З$ = 509/(2*271.1) = 0.94;
для МШР–45х50: N = 509/214.5 = 3 шт., $К_З$ = 509/(3*214.5) = 0.79;
для МШР–40х50: N = 509/155.4 = 4 шт., $К_З$ = 509/(4*155.4) = 0.82.

Проверка мельниц на пропускную способность по формуле:

МШР–55х65: 509*(1 + 2.8)/(2*141) = 6.85 (6.85<12);
МШР–45х55: 509*(1 + 2.8)/(2*86) = 11.25 (11.25<12);
МШР–45х50: 509*(1 + 2.8)/(3*71) = 9.08 (9.08<12);
МШР–40х50: 509*(1 + 2.8)/(4*55) = 8.79 (8.79<12).

Результаты выполненных расчетов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Таблица сравнения мельниц

Типоразмер мельницы	Кол-во, шт.	Мощность, кВт		Пропускная способность, т/(м^3*ч)	Коэффициент загрузки
		Единицы	Всех		
МШР–55х65	2	4000	8000	6.85	0.52
МШР–45х65	2	2500	5000	11.25	0.94
МШР–45х50	3	2500	7500	9.08	0.79
МШР–40х50	4	2000	6000	8.79	0.82

Из таблицы 1 видно, что наиболее оптимальным вариантом является установка двух мельниц МШР–45х65, имеющих лучшие показатели по пропускной способности и коэффициенту загрузки.

Пример расчета производительности шаровых мельниц II стадии

Производительность мельниц второй стадии рассчитывается по формуле:

$$Q_P = \frac{q_{-74} * m * V}{\beta_K^{-74} - \beta_H^{-74}}, \text{ т/ч},$$

значение “m” в формуле рекомендуется принимать в пределах 0.6÷0.8 при среднем значении m = 0.7.

При имеющихся практических данных значение “m” находится как отношение удельных производительностей мельниц второй стадии к первой, приведенных к одному и тому же типоразмеру с учетом коэффициента K_D (в нашем случае – к мельнице МШР–32х31):

$$m = \frac{q^{II}_{-74} * K_D}{q^{I}_{-74}}.$$

В рассматриваемом примере диаметр эталонной мельницы первой стадии – 3.2 м, второй стадии – 2.1 м, тогда по формуле:

$$m = \frac{q^{II}_{-74} * K_D}{q^{I}_{-74}} = \frac{1.27 * ((3.2-0.15)/(2.1-0.15))^{0.5}}{1.73} = 0.92,$$

и производительность принятой в первой стадии мельницы МШР–45х65 в соответствии с формулой составит:

$$Q = \frac{1.45 * 0.92 * 86}{0.85 - 0.53} = 358.5 \text{ т/ч.}$$

Количество мельниц составит N = 509/358.5 = 2 шт., коэффициент загрузки составит $К_З$ = 509/(2*358.5) = 0.71.

Установка во второй стадии мельниц МШР–45х65 в количестве 2 шт. обеспечивает необходимую производительность.

Таблица 2 – Сводная таблица принятого оборудования

Наименование оборудования	Типоразмер	К-во, шт.	Мощность электродвигателей, кВт		Число часов работы в году	Коэффициент использования мощности	Годовой расход электроэнергии, кВт*ч
			Ед.	Всех			
Дробилка крупного дробления	ЩДП–15х21	1	250	250	6242	0.65	1014325
Дробилка среднего дробления	КСД–2200	1	250	250	6242	0.65	1014325
Дробилка мелкого дробления	КМД–2200	4	250	1000	6242	0.65	4057300
Грохот среднего дробления	ГИТ–51	1	22	22	6242	0.65	89260
Грохот мелкого дробления	ГИТ–71Н	4	30	120	6242	0.65	486876
Возвратные транспортеры			120	120	6242	0.65	486876
Мельницы I стадии	МШР–45х65	2	2500	5000	7464	0.95	35454000
Мельницы II стадии	МШР–45х65	2	2500	5000	7464	0.95	35454000
Всего				11762			78056962