

Министерство образования и науки Российской Федерации

**Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(Технический университет)**

Направление подготовки: 151000 - "Технологические машины и оборудование"

Профили подготовки

«Технологическое оборудование химических и нефтехимических производств»

«Оборудование нефтегазопереработки»

«Оборудование и робототехника для переработки полимерных и композиционных материалов»

Факультет: Механический.

Кафедра Оптимизации химической и биотехнологической аппаратуры

Учебная дисциплина «Гидромеханика неоднородных сред»

Задания на курсовой проект

по дисциплине

ГИДРОМЕХАНИКА НЕОДНОРОДНЫХ СИСТЕМ

для студентов заочной формы обучения

**Санкт-Петербург
2014**

Задание к курсовому проекту по дисциплине «Гидромеханика неоднородных сред»

Тема курсового проекта: Измельчение твердых материалов

Вопросы, подлежащие разработке в курсовом проекте:

1. Подобрать основное оборудование для измельчения твердых материалов – дробильное оборудование для каждой стадии дробления и барабанную мельницу.
2. Рассчитать и выбрать вспомогательное оборудование для схемы измельчения твердых материалов, к которым относятся питатели и дозаторы, конвейеры, элеваторы и циклоны.
3. Разработать технологическую схему дробильно-сортировочного завода.

Требования к оформлению курсового проекта

1. Пояснительная записка оформляется в соответствии с правилами ЕСКД на листах формата А1 с рамками и штампом. Заготовка пояснительной записки в формате RTF прилагается (файл ГНС_Пояснительная записка-ЕСКД.rtf). Студент должен заполнить титульный лист (фамилия, № группы и пр.), задание (вставить наименование материала, производительность), а также заполнить раздел «Исходные данные» в соответствии со своим заданием.
2. Технологическая схема установки измельчения оформляется на листе формата А2. Спецификация на оборудование располагается на этом же листе над штампом. В разделе «технические характеристики» указать наименование измельчаемого материала, производительность, общую установочную мощность.

Варианты заданий

Последние цифры в номере зачетки	Материал	Q_m , т/ч	δ_n , max, м	δ_k max, мкм	$R(\delta_n)$	Помол
01	Апатит прочный	100	0,3	100	1	мокрый
02	Апатит ср. прочности	100	0,3	150	3	мокрый
03	Апатит прочный	50	0,3	100	2	мокрый
04	Апатит ср. прочности	50	0,5	150	1	мокрый
05	Апатит прочный	150	0,5	170	3	сухой
06	Гипсовый камень	80	0,8	70	1	сухой
07	Гипсовый камень	40	0,8	70	2	сухой
08	Гипсовый камень	120	0,5	80	1	сухой
09	Гипсовый камень	80	0,8	100	3	сухой
10	Гипсовый камень	40	0,8	50	1	сухой
11	Гранит выс. плотности	50	0,8	100	2	мокрый
12	Гранит ср. плотности	50	0,8	100	3	сухой
13	Гранит низ. плотности	50	0,8	80	1	мокрый
14	Гранит выс. плотности	25	1	100	2	мокрый
15	Гранит ср. плотности	50	1	80	3	сухой
16	Гранит низ. плотности	80	1	150	1	сухой
17	Гранит выс. плотности	80	0,6	100	2	мокрый
18	Гранит ср. плотности	50	0,6	150	3	мокрый
19	Гранит низ. плотности	80	0,6	120	1	сухой
20	Известняк выс. плотности	150	1	150	2	мокрый
21	Известняк ср. плотности	80	1	80	3	мокрый
22	Известняк пористый	50	1	70	1	сухой

23	Известняк выс. плотности	150	0,9	80	2	сухой
24	Известняк ср. плотности	80	0,9	50	3	сухой
25	Известняк пористый	50	0,9	50	1	мокрый
26	Известняк выс. плотности	100	0,8	50	2	мокрый
27	Известняк ср. плотности	120	0,8	50	3	мокрый
28	Известняк пористый	60	0,8	60	1	сухой
29	Известняк выс. плотности	50	0,9	70	2	сухой
30	Известняк ср. плотности	40	0,8	70	3	сухой
31	Известняк пористый	25	1	70	1	мокрый
32	Мергель	100	1,2	100	2	мокрый
33	Мергель	50	1	80	3	сухой
34	Мергель	80	1,2	75	1	мокрый
35	Мергель	100	0,8	90	2	сухой
36	Антрацит	80	0,5	60	3	сухой
37	Антрацит	50	0,8	70	2	мокрый
38	Антрацит	100	1	80	1	сухой
39	Антрацит	150	1.1	90	3	мокрый
40	Антрацит	200	0,8	100	2	сухой
41	Доломит	80	0,5	40	1	мокрый
42	Доломит	90	0,6	50	3	сухой
43	Доломит	100	0,8	60	2	мокрый
44	Доломит	150	0,9	70	1	сухой
45	Доломит	200	1	80	3	мокрый
46	Доломит	50	1,2	100	2	сухой
47	Доломит	60	1	40	1	сухой
48	Фосфоритная руда	100	1,2	100	3	мокрый
49	Фосфоритная руда	120	0,9	150	2	сухой
50	Фосфоритная руда	150	0,8	170	1	мокрый
51	Фосфоритная руда	80	1	100	3	сухой
52	Фосфоритная руда	50	0,6	80	2	мокрый
53	Мрамор прочный	100	1	100	1	сухой
54	Мрамор прочный	150	1,1	150	3	сухой
55	Мрамор прочный	200	0,8	75	2	мокрый
56	Мрамор прочный	80	0,9	50	1	мокрый
57	Мрамор ср. прочности	50	1	100	3	сухой
58	Мрамор ср. прочности	80	0,8	150	2	сухой
59	Мрамор ср. прочности	150	0,9	70	1	мокрый
60	Мрамор ср. прочности	200	0,5	50	3	мокрый
61	Апатит прочный	50	0,8	100	2	сухой
62	Апатит прочный	70	0,9	70	1	сухой
63	Апатит прочный	90	1	80	3	мокрый
64	Апатит прочный	100	0,6	90	2	мокрый
65	Апатит ср. прочности	50	1	50	1	сухой
66	Апатит ср. прочности	70	0,8	70	3	сухой
67	Апатит ср. прочности	80	0,9	100	2	мокрый
68	Апатит ср. прочности	150	0,6	150	1	мокрый
69	Гипсовый камень	100	1,2	50	3	сухой
70	Гипсовый камень	80	1	70	2	сухой
71	Гипсовый камень	50	0,8	100	1	мокрый
72	Гипсовый камень	200	0,6	150	3	мокрый
73	Марганцовистая руда	100	1	70	2	сухой
74	Марганцовистая руда	150	1,2	120	1	сухой

75	Марганцовистая руда	170	0,9	150	3	мокрый
76	Марганцовистая руда	50	0,8	80	2	мокрый
77	Известняк выс. плотности	100	0,5	50	1	сухой
78	Известняк выс. плотности	150	0,8	60	3	сухой
79	Известняк выс. плотности	70	0,9	70	2	мокрый
80	Известняк выс. плотности	50	1	90	1	мокрый
81	Мел	100	1,1	50	3	сухой
82	Мел	120	1	40	2	сухой
83	Мел	150	0,9	60	1	мокрый
84	Мел	200	0,8	70	3	мокрый
85	Мел	50	0,7	45	2	сухой
86	Мел	70	0,6	65	1	сухой
87	Известняк ср. плотности	120	1	150	3	мокрый
88	Известняк ср. плотности	100	0,9	100	2	мокрый
89	Известняк ср. плотности	150	0,8	70	1	сухой
90	Известняк ср. плотности	60	0,7	90	2	сухой
91	Известняк ср. плотности	70	0,6	80	1	мокрый
92	Известняк пористый	150	1	50	3	мокрый
93	Известняк пористый	120	1,2	60	2	сухой
94	Известняк пористый	100	1,5	70	1	сухой
95	Известняк пористый	90	1,5	80	3	мокрый
96	Доломит	50	1	90	2	мокрый
97	Доломит	70	0,9	100	1	сухой
98	Доломит	90	0,8	50	3	сухой
99	Доломит	100	0,7	70	2	мокрый

Q_M – производительность установки;

$\delta_{н. max}$ – максимальный размер кусков в исходном продукте;

$\delta_{к max}$ – максимальный размер частиц в конечном продукте;

$R(\delta_n)$ – функция распределения массы кусков по размерам исходного продукта (функция в зависимости от варианта задания представлена на рис. 1).

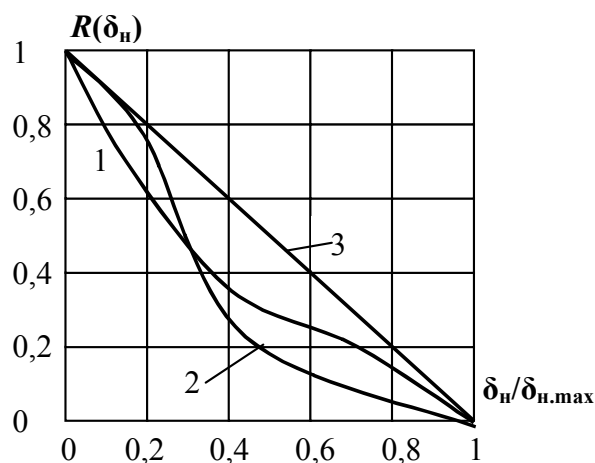


Рис. 1. Дисперсионный состав исходного продукта (1, 2 и 3 – варианты задания).

Физико-механические свойства исходного материала

Материал	ρ_m , кг/м ³	ϵ_0	$[\sigma] \cdot 10^{-6}$, Па	$E \cdot 10^{-10}$, Па	φ_e , град	φ_n , град
Гипсовый камень	2700	0,42	70	3	35	30
Апатит прочный	2900	0,39	150	6	38	32

Апатит ср. прочности	2600	0,41	80	5,8	35	31
Гранит выс. плотности	3300	0,39	280	7	30	28
Гранит ср. плотности	3000	0,41	150	5	30	26
Гранит низ. плотности	2800	0,42	90	2,5	32	28
Известняк выс. плотности	3000	0,4	240	6	37	32
Известняк ср. плотности	2800	0,42	150	4	36	30
Известняк пористый	2600	0,42	60	2	34	29
Мергель	2800	0,41	100	4	35	30
Антрацит	1750	0,43	25	0,7	32	28
Доломит	2800	0,42	50	2	36	32
Фосфоритная руда	2600	0,43	50	2,2	38	31
Мрамор прочный	2700	0,44	80	5	33	28
Мрамор ср. прочности	2600	0,45	30	2	33	27
Марганцовистая руда	2950	0,4	280	7,5	34	25
Мел	2600	0,44	50	2,2	33	26

ρ_m – плотность материала;

ϵ_0 – пористость материала в состоянии насыпки;

$[\sigma]$ – предел прочности при разрушении сжатием образца породы размером 50×50×50 мм;

E – модуль упругости;

φ_e – угол естественного откоса;

φ_{II} – угол внешнего трения покоя породы о стальную пластину.

Реологические характеристики измельчённого материала

Материал	ϵ_0	c	d	φ_e , град	φ , град	φ_{II} , град	a	b	a'	b'
Гипсовый камень	0,6	1,15	0,09	50	35	25	29	0,46	30	0,46
Апатит прочный	0,58	1,13	0,08	40	30	15	29	0,46	32	0,46
Апатит ср. прочности	0,58	1,13	0,08	40	30	16	28	0,45	32	0,45
Гранит выс. плотности	0,56	1,14	0,08	44	35	24	21	0,46	28	0,46
Гранит ср. плотности	0,57	1,14	0,08	43	34	23	22	0,45	28	0,45
Гранит низ. плотности	0,59	1,14	0,08	44	36	22	22	0,45	30	0,46
Известняк выс. плотности	0,58	1,15	0,09	40	20	20	20	0,47	65	0,44
Известняк ср. плотности	0,58	1,15	0,09	41	22	20	20	0,47	65	0,44
Известняк пористый	0,58	1,15	0,09	41	22	22	21	0,47	66	0,45
Мергель	0,59	1,14	0,08	50	40	25	28	0,47	38	0,47
Антрацит	0,6	0,52	0,01	40	40	25	29	0,46	61,7	0,45
Доломит	0,6	1,13	0,08	40	40	26	27	0,46	35	0,46
Фосфоритная руда	0,61	1,15	0,09	40	35	20	28	0,45	36	0,45
Мрамор прочный	0,59	1,14	0,08	50	40	25	21	0,46	66	0,51
Мрамор ср. прочности	0,6	1,14	0,08	51	42	26	21	0,46	65	0,52
Марганцовистая руда	0,55	1,15	0,09	40	30	20	22	0,45	28	0,45
Мел	0,6	1,15	0,09	50	42	24	27	0,46	45	0,41

ϵ_0 – пористость материала в состоянии рыхлой насыпки;

c и d – коэффициенты к компрессионной характеристике $\epsilon = c/\sigma_y^d$;

σ_y – уплотняющее напряжение (Па);

φ_e – эффективный угол внутреннего трения;

φ – угол внутреннего трения;

φ_{II} – угол внешнего трения покоя измельчённого материала о стальную пластину;

a и b – коэффициенты к мгновенной функции истечения $\sigma_p = a\sigma_y^b$;

σ_p – главное разрушающее напряжение (Па);

a' и b' – коэффициенты к временной ($t = 2$ суток) функции истечения $\sigma_p = a'\sigma_y^{b'}$.

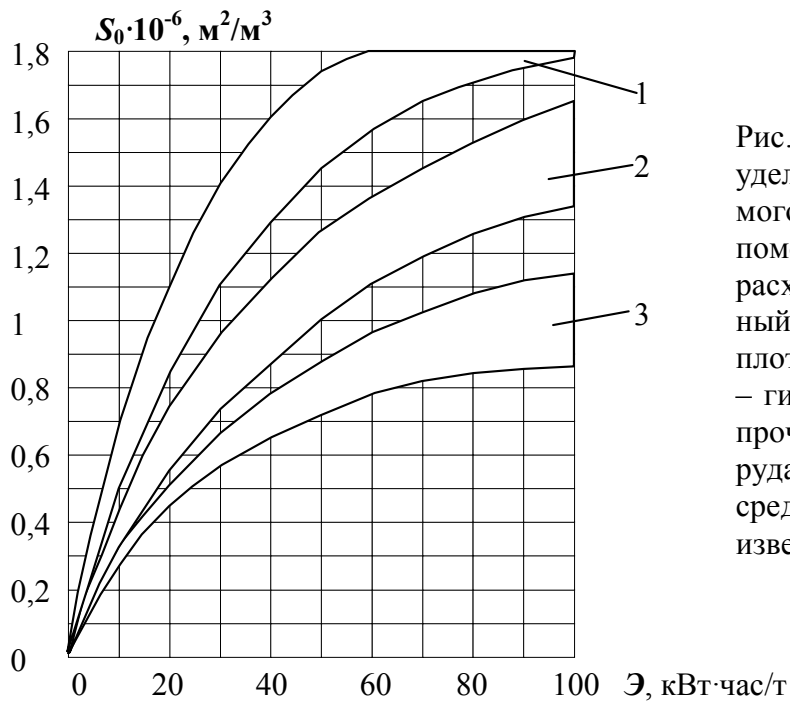


Рис. 2. Зависимость прироста удельной поверхности измельчаемого в шаровой мельнице сухого помола материала от удельного расхода энергии: 1 – апатит прочный, гранит высокой и средней плотности, марганцовистая руда; 2 – гипсовый камень; апатит средней прочности, мергель, фосфоритная руда, доломит, мрамор прочный и средней прочности; 3 – мел, известняк пористый, антрацит.