



# Многопрофильная инженерная олимпиада «Звезда» «Химическая технология»

7-8 класс

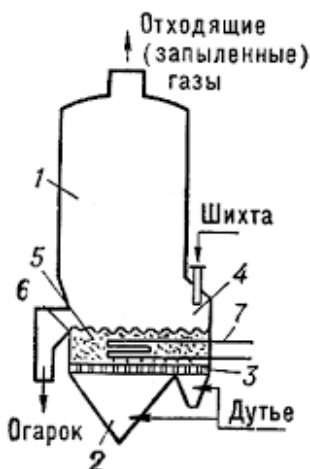
Заключительный этап

2022-2023

## Задание 1

Промышленный процесс производства цветных металлов из концентратов сульфидных руд включает в себя обжиг указанных концентратов в печах кипящего слоя<sup>1</sup> в токе воздуха (схема печи приведена ниже). Одним из наиболее важных компонентов рудных концентратов (шихты) является сульфид d-элемента, масса которого в продукте его обжига составляет 80,3%. Определить этот d-элемент. Написать химическое уравнение высокотемпературного процесса взаимодействия этого сульфида элемента с компонентом воздуха. Принять, что сера окисляется до степени окисления (IV). Определить необходимый объем воздуха, рассчитанный на н.у. (состав воздуха принять: кислород – 22%, азот – 78%) и массу шихты (рудного концентрата), необходимые для производства 1 тонны продукта обжига сульфида определяемого d-элемента (на приведенной схеме это называется огарком) с учетом того, что содержание этого сульфида в концентрате составляет 60% по массе, доля превращенного сульфида при обжиге составляет 95%, а избыток подаваемого воздуха (дутья) в полтора раза превышает необходимое стехиометрическое количество.

<sup>1</sup>**Печь кипящего слоя** — разновидность промышленных печей, принцип действия которых основан на взаимодействии зернистого, гранулированного, порошкового или аэрозольного топлива с газовым потоком во взвешенном состоянии, или в так называемом кипящем слое. Печи кипящего слоя получили широкое распространение во второй половине XX века. Они отличаются высокой интенсивностью тепло- и массообмена и широко используются для нагревания, просушивания, адсорбции и конденсации паров, поддержания различных химических реакций (восстановления, окисления, фторирования, прокаливания и т. П.), а также в качестве топок на ТЭЦ и ГРЭС<sup>1</sup>



## Задание 2

Рассчитать состав обжигового газа в объёмных процентах, образующегося при обжиге концентрата сульфидной полиметаллической руды в печи кипящего слоя, и содержание серы в рудном концентрате, если известно, что при обжиге одной тонны рудного концентрата образуется 388 кг оксида цинка, 129 кг оксида меди. Степень превращения по каждому компоненту принять 97%. В качестве дутья используется воздух, обогащённый кислородом до 33%. Коэффициент избытка окислителя в дутье составляет 1,5.

Допустимы ли выбросы обжигового газа в атмосферу? (ответ на вопрос обосновать). Предложите способы использования обжигового газа в качестве вторичного сырья. Приведите уравнение химической реакции предложенного процесса вторичного использования обжиговых газов.

## Задание 3

Цинк встречается в земной коре в виде соединений с другими элементами. Известно более 60 цинковых минералов, среди которых наиболее распространены сернистые и кислородные соединения цинка.

Определить массовую долю цинка в следующих минералах:

сфалерит (цинковая обманка)	ZnS
цинкит	ZnO
ганит	ZnO·Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
гидроцинкит	Zn <sub>5</sub> (CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (OH) <sub>6</sub>
виллемит	Zn <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub>

Продукты обжига рудных полиметаллических концентратов в токе воздуха подвергают высокотемпературной дистилляции или используют гидрометаллургические методы получения металлов, предварительно подвергнув указанные продукты выщелачиванию (переводу в растворенное состояние). Растворы каких веществ целесообразно использовать для выщелачивания рудных концентратов, содержащих указанные в таблице минералы, при условии, что цинк в полученных соединениях в растворах должен быть катионом? Приведите уравнения химических реакций, протекающих в таких процессах.

## Задание 4

В промышленных процессах часто возникает необходимость приготовления растворов из имеющихся в наличии других растворов и веществ.

Какую массу 20% олеума<sup>2</sup> необходимо добавить к 100 кг 12% раствора серной кислоты, чтобы получить 96% раствор серной кислоты с плотностью 1,83 г/мл? Принять, что масса водорода в растворах остается постоянной. Сколько емкостных реакторов объемом 1 м<sup>3</sup> необходимо для приготовления требуемого раствора?

<sup>2</sup>Олеум (от лат. Oleum - масло) — раствор серного ангидрида SO<sub>3</sub> в серной кислоте H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

## Задание 5

После полного термического разложения 6,3 граммов смеси измельченных минералов, содержащих цинкит и гидроцинкит (смотри таблицу минералов к заданию 3) масса остатка составила 4,88 г. Определить мольное соотношение указанных минералов в смеси. Привести уравнение термического разложения минералов.

Определить объем 10 % серной кислоты, необходимый для полного перевода 100 г указанной смеси минералов в раствор (плотность 10% серной кислоты равна 1,066 г/мл). Указать объем и название выделившегося при этом газа.