Тема лекции 15: Экологические основы при переработке техногенных отходов: классификация производственных вод, методы очистки сточных вод от вредных примесей

Конспект лекции:

Развитие и внедрение технологических схем переработки вторичных и техногенных материалов с целью комплексности использования сырья непосредственно связано с усилением охраны окружающей среды.

Охрана воздушного бассейна предусматривает развитие пыле- и газоулавливания в цветной металлургии путем оснащения металлургических агрегатов эффективными уловителями, герметизации транспортных устройств, агрегатов шихтоподготовки с отводом запыленных вентиляционных газов на очистку, уменьшения объема отходящих газов за счет применения кислорода в металлургических процессах, использования составляющих отходящих газов для получения полезных продуктов.

Охрану водных бассейнов осуществляют путем применения эффективных способов очистки загрязненных производственных стоков. Важное значение имеет перевод предприятий на бессточный режим работы за счет организации систем полного оборотного водоснабежния.

Очистка сточных вод. К качеству и свойствам любых производственных вод предъявляются общие требования:

1) вода должна быть безвредной для здоровья обслуживающего персонала;

2) вода, используемая для охлаждения элементов оборудования или продуктов производства, не должна выделять механических, карбонатных или других солевых отложений выше установленной нормы. Ориентировочно скорость отложений взвесей и солей не должна превышать 0,25г/($м^2$·ч);

3) вода не должна вызывать коррозии металла и разрушения бетона;

4) скорость развития биологических обрастаний теплообменных аппаратов не должна превышать 0,07 г/($м^2$·ч).

По качеству и свойствам производственные воды делят на четыре категории. К первой категории относят воду, используемую для охлаждения оборудования и материалов в теплообменных аппаратах без контакта с материалом (например, проточное охлаждение кессонов шахтной печи). Воду второй категории используют в качестве среды, транспортирующей и поглощающей примеси без нагрева (гидротранспорт), воду третьей категории – в качестве среды, поглощающей и транспортирующей механические и растворенные примеси с нагревом (мокрая очистка газов). К четвертой категории относят воду, подвергнутую специальной подготовке (химически очищенная вода для испарительного охлаждения).

Производственные сточные воды значительно отличаются от природных составом и большим содержанием примесей. Это обусловлено следующим: повышением концентрации растворенных солей при испарении воды, используемой на охлаждение; попаданием в воду охлаждаемых продуктов через возможные неплотности в аппаратах; попаданием загрязнений при промывке оборудования; растворением в воде химических соединений.

Сброс сточных вод в водоемы производится в соответствии с Правилами охраны поверхностных вод от загрязнений сточными водами, в которых определены предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового использования.

Ниже приведены ПДК некоторых ионов цветных металлов в сбросовых водах, мг/$дм^3$:

Ион	Pb^{2+}	As^{3+}	As^{5+}	Cd^{2+}	Bi^{2+}	Bi^{3+}	Cu^{2+}	Fe^{2+}
ПДК	0,1	0,05	0,1	0,01	0,5	1,0	0,1	0,5

Если концентрация примесей в сбросовых водах превышает ПДК, то их подвергают специальной очистке, в результате которой примеси либо разрушаются, либо переходят в

безвредную форму, либо их извлекают для последующего использования.

Сбросовые воды, содержащие кислоты, сопутствуют гидрометаллургическому производству, а также образуются на установках по разделке аккумуляторов и т. п. Наиболее часто в них присутствуют серная и соляная кислоты, реже азотная и уксусная.

Очистка таких стоков заключается в нейтрализации кислот. В качестве нейтрализатора можно использовать любые щелочи: NaOH, KOH, известь, известняк или доломит, мел, магнезит, мрамор, соду, отходы щелочей. Наиболее дешевым реагентом является $Ca(OH)_2$. При нейтрализации кислоты гидроксидом кальция или карбонатом кальция в осадок выпадает сульфат кальция – гипс. Расход нейтрализатора обычно составляет 105 % от теоретически необходимого.

В сбросовых водах предприятий вторичной цветной металлургии наиболее часто присутствуют катионы меди, никеля, свинца и других металлов.

Катионы меди (Cu^{2+}) могут присутствовать в сточных водах при pH<5,3; при более высоких значениях pH осаждается гидроксид меди $Cu(OH)_2$. Наиболее простым способом очистки кислых медьсодержащих сточных вод является цементация меди железным скрапом, однако при этом вода загрязняется ионом железа. Цементационный способ применяют для грубой очистки достаточно концентрированных по меди сбросовых вод с целью ее извлечения. Оставшуюся медь извлекают при последующей нейтрализации воды до pH = 8-9.

Применяют также способ осаждения меди в виде основной углекислой соли:

$$2Cu^{2+}+2OH^-+CO_3^{2-}\rightarrow Cu_2(OH)_2CO_3.$$

Основной карбонат меди практически нерастворим. Хорошим реагентом для осаждения этой соли является известь, содержащая «недожег» ($CaCO_3$). В отдельных случаях (повышенная концентрация меди, небольшой объем сточных вод) применяют электроэкстракцию меди.

Для очистки сточных вод с небольшим содержанием меди эффективным является ионообменный способ. Медьсодержащую воду фильтруют через катионит (например, АНКФ-10Б, АНКБ-1, АНКБ-35 и т.д.).

Медь, извлекаемая из сбросовых вод любым способом, должна быть возвращена в металлургическое производство.

Катионы никеля (Ni^{2+}) могут присутствовать в сточных водах при pH<6,7. При более высоких значениях pH в осадок выпадает труднорастворимый гидроксид $Ni(OH)_2$. Так же как и при очистке воды от меди, очистку от никеля проводят реагентным способом с выделением никеля в виде труднорастворимых соединений.

$$Ni^{2+}+2OH^-= Ni(OH)_2;$$

$$Ni^{2+}+CO_2^{2-}+2OH^-=Ni_2(OH)_2CO_3;$$

$$Ni^{2+}+CO_3^{2-}=NiCO_3.$$

Растворимость этих соединений снижается в ряду $NiCO_3$-$Ni(OH)_2$-$Ni_2(OH)_2CO_3$. Наиболее эффективным реагентом, как и при очистке от меди, является раствор извести, содержащий $CaCO_3$. При концентрации ионов никеля в воде 25 мг/дм^3 оптимальной дозой извести является 75-100 мг/дм^3 активного CaO. Время контакта воды с реагентом должно быть не менее 15 мин с последующим отстаиванием в течение 2 ч. Объем образующегося осадка составляет 1,2-1,8 % от объема очищаемой воды.

Помимо реагентного метода, для очистки сточных вод от ионов никеля применяют электрохимический и ионообменный методы.

При очистке сточных вод от ионов Pb^{2+} последний переводят в осадок в виде одного из следующих труднорастворимых соединений:

$$Pb^{2+}+2OH^- =Pb(OH)_2;$$

$$2Pb^{2+}+2OH^-+CO_3^{2-}=Pb_2(OH)_2CO_3;$$

$$Pb^{2+}+CO_3^{2-}=PbCO_3.$$

Произведение растворимости $Pb(OH)_2$ равно $1{,}1\cdot10^{-20}$, а $PbCO_3$ $1{,}0\cdot10^{-13}$. Основной углекислый свинец в воде нерастворим. Гидроксид свинца выпадает в осадок при pH=6,0-

8,4.

При осаждении свинца применимы все три метода. Наиболее дешевым является метод осаждения свинца в виде карбоната.

Эффективность очистки возрастает при повышении pH воды до 8,5. Это объясняется образованием нерастворимой основной углекислой соли свинца [$Pb_2(OH)_2CO_3$] за счет появления гидроксил-ионов. Свинецсодержащие осадки, полученные при очистке сточных вод, направляют в шихту свинцовой плавки для извлечения свинца.

Оборотное водоснабжение. В связи с тем, что даже глубокая очистка сточных вод не гарантирует сохранения качества водных объектов, а потребление воды предприятиями цветной металлургии постоянно возрастает, важной задачей является организация замкнутых циклов водоснабжения с переводом предприятий на бессточный режим работы.

Отработанные технологические воды в этом случае не отводят в поверхностные или подземные водные объекты, а подвергают очистке с целью кондиционирования и возвращают в производство. Потери воды в результате испарения, захоронения влажных осадков, образующихся при кондиционировании, компенсируют добавками свежей воды.

Оборотное водоснабжение может представлять собой единую систему для всего предприятия или отдельные циклы оборота воды для различных металлургических переделов. Выбор схемы водооборота определяется ролью воды в производстве, характером производства и используемого оборудования.

Применяют три основные схемы оборотного водоснабжения, выбор которых зависит от целей используемой воды. Если вода является только теплоносителем и в процессе использования лишь нагревается, не загрязняясь, то ее перед повторным использованием для этих же целей предварительно охлаждают. В тех случаях, когда вода служит средой, поглощающей и транспортирующей примеси, и в процессе использования загрязняется механическими и растворимыми веществами, ее подвергают перед повторным использованием очистке от загрязнений. Если вода является средой и теплоносителем, ее подвергают очистке от загрязнений и охлаждению.

Для охлаждения отработанной воды применяют водоохладительные сооружения, которые по способу охлаждения делят на испарительные и поверхностные. В испарительных охладителях вода охлаждается за счет ее частичного испарения и передачи тепла атмосферному воздуху при контакте его с поверхностью воды. В поверхностных охладителях вода не контактирует с воздухом: передача тепла от воды к воздуху происходит через стенки радиаторов, внутри которых протекает вода.

К испарительным охладителям относятся открытые водоемы (пруды-охладители), брызгальные бассейны и градирни, к поверхностным - радиаторные (сухие) градирни. Выбор охладителя определяется климатическими условиями. На заводах Урала, например, широко используют градирни и брызгальные бассейны, для северных районов могут быть рекомендованы поверхностные охладители, для южных районов - открытые водоемы и брызгала. Окончательно схему охлаждения выбирают путем технико-экономического сравнения различных вариантов с учетом баланса воды района.

Значение вопроса организации оборотного водоснабжения возрастает с каждым годом, так как оно является единственным условием, обеспечивающим нормальную работу предприятия с соблюдением всех экологических норм, предусматривающих охрану окружающей среды.

Контрольные вопросы:

1. Разновидности пылеуловителей, используемых во вторичной цветной металлургии?

2. Основные требования, предъявляемые к производственным водам?

3 . На какие категории подразделяют производственные воды?

4. Назовите предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в сбросовых водах.

5. Преимущества оборотного водоснабжения.