

Об утверждении расчетной инструкции (методики) по определению состава и количества вредных (загрязняющих) веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух при электролитическом производстве алюминия

Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору Российской Федерации
· № 182 · от 31.03.2005 · Действует с изменениями

Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору Российской Федерации от 31.03.2005 г. № 182 (Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти от 2005 г., № 21)

П Р И К А З

Федеральной службы по экологическому, технологическому
и атомному надзору от 31 марта 2005 г. N 182

Об утверждении расчетной инструкции (методики) по определению
состава и количества вредных (загрязняющих) веществ, выбрасываемых
в атмосферный воздух при электролитическом производстве алюминия

Зарегистрирован Минюстом России 5 мая 2005 г.
Регистрационный N 6577

В соответствии с Положением о Федеральной службе по
экологическому, технологическому и атомному надзору, утвержденным
постановлением Правительства Российской Федерации от 30 июня
2004 г. N 401 "О Федеральной службе по экологическому,
технологическому и атомному надзору" (Собрание законодательства
Российской Федерации, 2004, N 32, ст. 3348), приказываю:
Утвердить прилагаемую расчетную инструкцию (методику) по
определению состава и количества вредных (загрязняющих) веществ,
выбрасываемых в атмосферный воздух при электролитическом
производстве алюминия.

Врио руководителя А.Б.Малышев

Приложение
к приказу Федеральной службы
по экологическому, технологическому
и атомному надзору
от 31 марта 2005 г.
N 182

РАСЧЕТНАЯ ИНСТРУКЦИЯ (МЕТОДИКА)
по определению состава и количества вредных (загрязняющих)
веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух при
электролитическом производстве алюминия

I. Общие положения

Расчетная инструкция по определению состава и количества

вредных (загрязняющих) веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух при электролитическом производстве алюминия (далее - Методика) предназначена для определения на единой методологической основе состава и количества вредных (загрязняющих) веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух при электролитическом получении алюминия с использованием электролизеров с предварительно обожженными анодами и электролизеров с самообжигающимися анодами с верхним и боковым токоподводом.

Методика используется при разработке проектов нормативов предельно допустимых выбросов, технических нормативов выбросов и инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух при производстве алюминия в электролизерах с предварительно обожженными анодами и электролизеров с самообжигающимися анодами с верхним и боковым токоподводом.

II. Методология расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух при электролитическом производстве алюминия

Расчет состава и количества вредных (загрязняющих) веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух при электролитическом производстве алюминия, базируется на использовании данных материального баланса сырьевых компонентов, содержащих загрязняющие вещества.

Основой для расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух при электролитическом производстве алюминия являются данные организации (цеха, корпуса электролиза) о расходе и химическом составе фторсолей, обожженных анодов, эффективности укрытия, количестве огарков и содержании в них фтора и серы, съеме угольной пены и ее химическом составе, избытке электролита и др.

Под твердыми и газообразными фторидами подразумеваются, соответственно, плохо растворимые неорганические фториды и фтористый водород в пересчете на фтор.

Количество образующегося оксида углерода при известном расходе анодного материала определяется количеством кислорода, взаимодействующего с анодным материалом.

Под количеством оксида углерода, отходящего от электролизеров, подразумевается количество CO после дожигания в "огоньках" или горелках. При расчетах различают: количество оксида углерода, образующегося при горении анода; количество оксида углерода, отходящего от электролизера.

Для расчета коэффициента эффективности улавливания вредных веществ системой организованного отсоса Методика предполагает применение хронометража технологического состояния электролизера.

В соответствии с нормированием расхода сырья и материалов на технологические нужды при электролитическом производстве алюминия принимается, что пусковое сырье расходуется лишь на пропитку футеровки, а потери фторидов в газовую фазу учитываются в том количестве, которое расходуется на технологические нужды и входит в статью "приход фтора (Пф)".

При пуске электролизеров после капитального ремонта все фторсодержащее сырье, предназначенное для этой операции, загружается в электролизер одновременно, а в балансе условно распределяется на весь срок службы электролизера и, соответственно, на все электролизеры корпуса.

Степень улавливания газообразных и твердых веществ в установке газоочистки определяется инструментально в соответствии с методиками выполнения измерений концентраций загрязняющих веществ в выбросах промышленных предприятий как отношение количества уловленных веществ к количеству, поступающему в систему газоочистки:

го гои

К - К

в в

$\mathcal{E} = \frac{K_{\text{гои}}}{K_{\text{го}}}, (1)$

в го

К

в

где $\mathcal{E}$ - эффективность улавливания вещества, доли ед.;

в

го

К - количество вещества, поступающего на газоочистку, кг/т

Al;

в

гои

К - инструментально определенное количество вещества,

в

поступающего в атмосферный воздух после газоочистки, кг/т Al.

Коэффициент полезного использования (далее - КПИ) работы газоочистки определяется как отношение числа часов работы газоочистки к продолжительности периода работы соответствующего технологического оборудования, за который определяется величина выбросов:

го

го Т

$\mathcal{E} = \frac{t_{\text{го}}}{T}, (2)$

т то

Т

го

где $\mathcal{E}$ - коэффициент полезного использования аппаратов

т

газоочистки, доли ед.;

го

Т - время работы газоочистки, час;

то

Т - время работы технологического оборудования, час.

Средняя эффективность системы организованного отсоса

определяется производственными службами с учетом хронометража за состоянием электролизеров и заданного значения эффективностей в каждом состоянии электролизера.

III. Расчет выбросов фтористых соединений в атмосферный воздух при электролитическом производстве алюминия

Исходными данными для расчета выбросов фтористых соединений в атмосферный воздух при электролитическом производстве алюминия являются:

приход свежих и вторичных фторсолей в пересчете на фтор ($P_{\text{ф}}$,

ф

кг

кг/т Al), в том числе свежего криолита ($P_{\text{кр}}$), фтористого алюминия

ф

а к вт

($P_{\text{фк}}$), фтористого кальция ($P_{\text{фк}}$), вторичного криолита ($P_{\text{кр}}$),

ф ф ф

кг кр

флотационного криолита ($P_{\text{кр}}$), регенерационного криолита ($P_{\text{кр}}$) с

ф ф

гл

фторированным глиноземом ($P_{\text{фг}}$), принимается по данным организации;

ф

т

транспортные потери ($P_{\text{т}}$, кг/т Al) принимаются по данным

ф

организации, при отсутствии данных принимаются на уровне 5% от

т

прихода свежих и вторичных фторсолей: $P = 0,05 \times P_{\text{ф}}$.

ф ф

Для электролизеров с предварительно обожженными анодами:

количество извлекаемых анодных огарков ($P_{\text{ог}}$, кг/т Al)

ог

определяется производственными службами;

ог

массовая доля фтора в анодных огарках ($D_{\text{ог}}$, доли ед.)

ф

определяется производственными службами путем химического анализа анодных огарков;

количество снимаемой угольной пены ($P_{\text{п}}$, кг/т Al) определяется

п

производственными службами;

п

массовая доля фтора в угольной пене ($D_{\text{п}}$, доли ед.)

ф

определяется производственными службами путем химического анализа угольной пены;

и

избыток электролита (Р, кг/т Al) принимается по данным

эл

организации;

эл

массовая доля фтора в электролите (Д, доли ед.) определяется

ф

производственными службами путем химического анализа электролита;

частота (тау, шт/сутки) и продолжительность (t, мин.)

в в

анодных эффектов принимаются по данным организации;

среднесуточная производительность электролизера (В, т/сутки)

принимается по данным организации.

Общее количество фтористых соединений, отходящих от

электролизеров в виде пыли и газа, определяется из их общего

баланса как разность между суммарным приходом фтора в виде свежего,

вторичного, регенерационного и флотационного криолита (при сухой

очистке газов - в виде фторированного глинозема), фтористого

алюминия и криолита на пуск электролизеров и суммой расходных

статей фтора с потерями при транспортировке, с перфторуглеродами

при анодных эффектах, снимаемой угольной пеной, если такая операция

осуществляется, с анодными огарками (для электролизеров с

обоженных анодами), на пропитку угольной футеровки (для

электролизеров с обоженными анодами и при сухой очистке газов

может добавиться статья расхода фтора с избытком электролита).

Приход фтористых солей на технологические нужды определяется в

соответствии с нормированием расхода сырья и материалов на

технологические нужды при электролитическом производстве алюминия.

Расход фтора в виде пыли и газа определяется по следующей

обобщенной формуле:

пг кс а к вт кр кф пуск т пфу п фут эл

$R = П + П + П + П + П + П + П - (P + P + P + P + P).$

ф ф ф ф ф ф ф ф ф ф ф ф

(3)

Здесь и далее условные обозначения приведены в приложении 1 к Методике.

Для корпусов электролиза, оборудованных электролизерами с

к вт ог

обоженными анодами, исключаются П и П и добавляется Р.

ф ф ф

Для корпусов электролиза, оборудованных установками сухой

очистки газов, вторичные фторсоли поступают в электролизеры в виде

фтористых соединений, улавливаемых глиноземом. Тогда формула (3)

примет вид:

пг кс а к вт гл кф пуск т пфу п эл фут

$R = П + П + П + П + П + П + П - (P + P + P + P + P).$

ф ф ф ф ф ф ф ф ф ф ф ф

(4)

Для корпусов электролиза, оборудованных электролизерами с к вт

обожженными анодами, в формуле (4) исключаются П и П и

ф ф

ог

добавляется Р .

ф

Поскольку принимается, что приход фтора на пуск электролизеров

соответствует его расходу на пропитку футеровки (т. е.

пуск фут

П = приблизительно Р) эти параметры могут быть исключены из

ф ф

формул (3) и (4), а расчет ведется, исходя из средней

эксплуатационной величины прихода фторсолей на эксплуатацию без

учета их затрат на пуск электролизеров.

Приход фтористых соединений со свежим криолитом определяется,

исходя из количества свежего криолита, поступающего на технологию,

и содержания фтористых соединений в свежем криолите:

кс кс

$P = P \times D$, (5)

ф кс ф

где П - приход свежего криолита, кг/т Al;

кс

кс

Д - массовая доля фтора в свежем криолите, доли ед.;

ф

а

П - приход фторида алюминия в пересчете на фтор, кг/т Al.

ф

Приход фтористых соединений с фторидом алюминия определяется,

исходя из количества поступающего фторида алюминия и содержания в

нем фтористых соединений:

а ф

$P = P \times D$ (6)

ф ф ф

где П - приход фтористого алюминия, кг/т Al;

а

а

Д - массовая доля фтора во фтористом алюминии, доли ед.;

ф

к

П - приход фтористого кальция в пересчете на фтор, кг/т Al.

ф

Приход фтористых соединений с фтористым кальцием определяется,

исходя из количества поступающего фтористого кальция и содержания в нем фтористых соединений (для корпусов электролиза, оборудованных к электролизерами с обожженными анодами, П не рассчитывается):

ф

к к

$$П = П \times Д, (7)$$

ф к ф

где П - приход фтористого кальция, кг/т Al;

к

к

Д - массовая доля фтора во фтористом кальции, доли ед.;

ф

вт

П - приход вторичного криолита (поступающего из внешних

ф

источников) в пересчете на фтор, кг/т Al.

Приход фтористых соединений с вторичным криолитом

определяется, исходя из количества вторичного криолита,

поступающего в электролизер, и содержания в нем фтористых

соединений (для корпусов электролиза, оборудованных электролизерами

вт

с обожженными анодами, П не рассчитывается):

ф

вт вт

$$П = П \times Д, (8)$$

ф вт ф

где П - приход вторичного криолита, кг/т Al;

вт

вт

Д - массовая доля фтора во вторичном криолите, доли ед.;

ф

кр

П - приход регенерационного криолита в пересчете на фтор,

ф

кг/т Al.

Приход фтористых соединений с регенерационным криолитом

определяется, исходя из количества регенерационного криолита,

возвращаемого в процесс электролиза после очистки, и содержания

фтористых соединений в регенерационном криолите:

кр кр

$$П = П \times Д, (9)$$

ф кр ф

где П - приход регенерационного криолита, кг/т Al;

кр

кр

Д - массовая доля фтора в регенерационном криолите, доли ед.

ф

При сухой очистке газов:

гл

Приход фтора с фторированным глиноземом (П) определяется,

ф

исходя из количества глинозема, направляемого в цех электролиза после сухой очистки, и содержания фтора общего в отработанном (фторированном) глиноземе:

гл гл

$$П = Д \times П, (10)$$

ф ф гл

гл

где Д - массовая доля фтора во фторированном глиноземе, доли

ф

ед.;

П - количество фторированного глинозема, кг/т Al.

гл

кф

П - приход флотационного криолита в пересчете на фтор, кг/т

ф

Al.

Приход фтористых соединений с флотационным криолитом определяется, исходя из количества флотационного криолита, направляемого в цех электролиза после флотации снятой угольной пены, и содержания фтористых соединений во флотационном криолите:

кф кф

$$П = П \times Д, (11)$$

ф кф ф

где П - приход флотационного криолита, кг/т Al;

кф

кф

Д - массовая доля фтора во флотационном криолите, доли ед.

ф

Регенерационный и флотационный криолит в сумме составляют смешанный криолит (П).

см

За время трехминутного анодного эффекта из электролизера выделяется в среднем 0,6 кг фтора в виде CF и C F (за исключением 4 2 6

электролизеров с обожженными анодами). С учетом среднесуточной производительности электролизеров, частоты и продолжительности анодных эффектов потери фтора в расчете на 1 т алюминия определяются по формуле:

$$0,6 \times \tau_{\text{ау}} \times t$$

пфу в в

$P = \dots\dots\dots$, (12)

ф 3 х В

где 0,6 - количество фтора, теряемого в виде перфторуглеродов за время 3-х минутной вспышки, кг;

$\tau_{\text{ау}}$ - частота анодных эффектов, шт/сутки;

в

t - средняя продолжительность анодных эффектов, мин.;

в

В - среднесуточная производительность электролизера, т/сутки.

Количество перфторуглеродов (далее - ПФУ), выделяющихся при электролитическом получении алюминия, может быть, также, определено по Руководящим принципам, подготовленным Межправительственной группой экспертов по изменению климата, по национальной инвентаризации выбросов парниковых газов (1996 г.).

Количество фтора, выделяющееся с ПФУ, при этом составит:

пфу пфу

$P = 0,86 \times P$, (13)

ф

где 0,86 - коэффициент пересчета выбросов ПФУ на фтор;

пфу

P - выброс перфторуглеродов, кг/т Al.

п

P - потери фтора со снимаемой угольной пеной, кг/т Al,

ф

определяются по формуле:

п п

$P = P \times D$, (14)

ф п ф

где P - количество снятой угольной пены, кг/т Al;

п

п

D - массовая доля фтора в угольной пене, доли ед.

ф

п

При определении величин $\tau_{\text{ау}}$, t , P , D используются

в в п ф

усредненные фактические данные корпуса электролиза.

При производстве алюминия, особенно при сухой очистке газов может образовываться избыток электролита - избыточное количество электролита, образующегося в электролизере в связи со следующими факторами:

высокой степенью улавливания и возврата в электролизер фтористых соединений, выделяющихся в процессе электролиза; содержанием в глиноземе Na O, превышающем 0,35%;

2

необходимостью подачи в электролизеры фтористого алюминия для

нейтрализации Na O, превышающего 0,35%.

2

Количество фтора, теряемого с избытком электролита, определяется по формуле:

эл и эл

$$P = P \times D, (15)$$

ф эл ф

эл

где P - потери фтора с избытком электролита, кг/т Al;

ф

и

P - избыток электролита, кг/т Al;

эл

эл

D - массовая доля фтора в электролите, доли ед.

ф

Для корпусов электролиза, оборудованных электролизерами с

ог

обожженными анодами, потери фтора с анодными огарками (P),

ф

которые устанавливаются производственными службами путем

взвешивания анодных огарков и определения в них массовой доли фтора

по формуле:

ог ог

$$P = P \times D, (16)$$

ф ог ф

где P - количество извлекаемых анодных огарков, кг/т Al;

ог

ог

D - массовая доля фтора в анодных огарках.

ф

фут

Потери фтора с катодной футеровкой (P , кг/т Al)

ф

определяются по формуле:

фут п б ц бр

$$P = (D \times Q + D \times Q + D \times Q + D \times Q), (17)$$

ф ф п ф б ф ц ф бр

п б ц бр

где D , D , D , D - доля фтора, соответственно, в подовых,

ф ф ф ф

бортовых блоках угольной футеровки, цоколе и бровке, доли ед.;

Q , Q , Q , Q - соответственно, количество отработанной

п б ц бр

футеровки в подовых, бортовых блоках, цоколе и бровке, кг/т Al.

Принимается, что потеря фтора с отработанной футеровкой, как и расход фтора на пуск электролизеров после капитального ремонта, 2

составляет 223 кг F на 1 м площади подины.

Для обожженных анодов при отсутствии инструментальных данных может быть принято, что с огарками удаляется из электролизера в среднем 3 кг F/т Al.

Количество фтористых соединений, поступающих в систему организованного газоотсоса, определяется, исходя из количества фтористых соединений, отходящих от электролизеров, и эффективности системы газоотсоса, которая определяется производственными службами с учетом эффективности газосборников при различных состояниях электролизера (включая выполнение технологических операций) и продолжительности этих состояний.

Для электролизеров с самообжигающимися анодами с верхним токоподводом

го пг гк

$$P = P \times \Xi . \quad (18)$$

ф ф ф

Для электролизеров с предварительно обожженными анодами и с самообжигающимися анодами с боковым токоподводом

го пг у

$$P = P \times \Xi , \quad (19)$$

ф ф

го

где P - количество фторидов, поступающих в систему

ф

организованного отсоса, кг/т Al;

гк

Э - эффективность улавливания газов газосборным колоколом,

ф

доли ед.

у

Э - эффективность системы газоотсоса, доли ед.

Количество фтористых соединений, поступающих в атмосферу корпуса электролиза, определяется по формуле:

для электролизеров с самообжигающимися анодами с верхним токоподводом

ак пг гк

$$P = P \times (1 - \Xi); \quad (20)$$

ф ф ф

для электролизеров с предварительно обожженными анодами и с самообжигающимися анодами с боковым токоподводом

ак пг у

$$P = P \times (1 - \Xi), \quad (21)$$

ф ф

ак

где Р - количество фторидов, поступающих в атмосферу корпуса

ф

электролиза, кг/т Al.

Для определения эффективности системы газоотсоса

осуществляется хронометраж технологических операций на представительной группе электролизеров (приложение 2 к Методике).

Эффективность улавливания фторидов колоколом (укрытием) в каждом состоянии принимается в соответствии с приложением 3 к Методике.

Значения эффективности колокола (укрытия), приведенные в приложении 3 к Методике, рекомендуется периодически уточнять путем инструментального определения материальных балансов загрязняющих веществ с использованием методов экоаналитических измерений.

Для электролизеров с самообжигающимися анодами с верхним токоподводом расчет ведется по формуле:

гк гк1 гк2 гк3 гк4 гк5

$\Sigma = \Sigma x T + \Sigma x T + \Sigma x T + \Sigma x T + \Sigma x T +$

ф ф 1 ф 2 ф 3 ф 4 ф 5

гк6 гк7 гк8 гк9 гк10

$+ \Sigma x T + \Sigma x T + \Sigma x T + \Sigma x T + \Sigma x T$, (22)

ф 6 ф 7 ф 8 ф 9 ф 10

где Т, Т, ..., Т - доли продолжительности каждого состояния

1 2 10

электролизеров, доли ед.

Для электролизеров с самообжигающимися анодами с боковым токоподводом расчет ведется по формуле:

у у1 у2 у3 у4 у5

$\Sigma = \Sigma x T + \Sigma x T + \Sigma x T + \Sigma x T + \Sigma x T +$

1 2 3 4 5

у6 у7 у8 у9

$+ \Sigma x T + \Sigma x T + \Sigma x T + \Sigma x T$, (23)

6 7 8 9

где Т, Т, ..., Т - доли продолжительности каждого состояния

1 2 9

электролизеров, доли ед.

Для электролизеров с предварительно обожженными анодами расчет ведется по формуле:

у у у у у у у

$\Sigma = \Sigma x T + \Sigma x T + \Sigma x T + \Sigma x T + \Sigma x T + \Sigma x T +$

1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6

у

$+ \Sigma x T$, (24)

где $T_1, T_2, \dots, T_n$ - доли продолжительности каждого состояния

1 2 7

электролизеров, доли ед.

В связи со сложностью проведения хронометражных наблюдений эффективность колокола (укрытия) может определяться также путем оперативной оценки герметизации электролизеров (приложение 14 к Методике).

В связи с тем, что при оперативной оценке состояния электролизеров в меньшей степени учитывается экспозиция электролизеров при i -том состоянии электролизера, взаимосвязь между величинами эффективности колокола, найденными методом

у хронометража Э методом оперативной оценки определяется

хр

соотношением:

у

Э

хр

----- = K (25)

у

Э

оп.оц.

Величина "K" определяется опытным путем при сопоставлении обоих методов. При отсутствии других данных, "K" может приниматься равным 0,9.

Для расчета количества газообразных и твердых фторидов, поступающих в систему газоотсоса и в атмосферу корпуса электролиза, производственными службами при анализе газов и пыли определяется доля газообразных фторидов и твердых фторидов в общем количестве фторидов, поступающих в систему газоотсоса и атмосферу корпуса электролиза. При этом используются следующие соотношения:

го го

$D_{\text{газ}} + D_{\text{тв}} = 1$, (26)

фгаз фтв

ак ак

$D_{\text{газ}} + D_{\text{тв}} = 1$, (27)

фгаз фтв

го го

где $D_{\text{газ}}$, $D_{\text{тв}}$ - соответственно, доля газообразных и твердых

фгаз фтв

фторидов в общем количестве фторидов, поступающих в систему газоотсоса, доли ед.;

ак ак

$D_{\text{газ}}$, $D_{\text{тв}}$ - соответственно доля газообразных и твердых

фгаз фтв

фторидов в общем количестве фторидов, поступающих в атмосферу корпуса, доли ед.

Средние значения этих величин составляют:

для электролизеров с самообжигающимися анодами с верхним токоподводом:

го го ак ак

Д - 0,6; Д - 0,4; Д - 0,4; Д - 0,6;

фгаз фтв фгаз фтв

для электролизеров с самообжигающимися анодами с боковым токоподводом:

го го ак ак

Д - 0,4; Д - 0,6; Д - 0,4; Д - 0,6;

фгаз фтв фгаз фтв

для электролизеров с предварительно обожженными анодами:

го го ак ак

для КрАЗа Д - 0,5; Д - 0,5; Д - 0,5; Д - 0,5;

Фгаз Фтв Фгаз Фтв

го го ак ак

для САЗа Д - 0,35; Д - 0,65; Д - 0,35; Д - 0,65;

Фгаз Фтв Фгаз Фтв

го го ак ак

для НАЗа Д - 0,4; Д - 0,6; Д - 0,4; Д - 0,6;

Фгаз Фтв Фгаз Фтв

Указанные величины должны уточняться инструментальными замерами.

Количество газообразных фторидов, поступающих в систему газоотсоса, определяется по формуле:

го го го

$F = P \times D$, (28)

газ ф фгаз

го

где F - количество газообразных фторидов, поступающих в

газ

систему газоотсоса, кг/т Al.

Количество твердых фторидов, поступающих в систему газоотсоса, определяется по формуле:

го го го

$F = P \times D$, (29)

тв ф фтв

го

где F - количество твердых фторидов, поступающих в систему

тв

газоотсоса, кг/т Al.

Количество газообразных фторидов, поступающих в атмосферу корпуса, определяется по формуле:

ак ак ак

$$F = P \times D, (30)$$

газ ф фгаз

ак

где F - количество газообразных фторидов, поступающих в газ

атмосферу корпуса электролиза, кг/т Al.

Количество твердых фторидов, поступающих в атмосферу корпуса электролиза, определяется по формуле:

ак ак ак

$$F = P \times D, (31)$$

тв ф фтв

ак

где F - количество твердых фторидов, поступающих в атмосферу тв

корпуса электролиза, кг/т Al.

При расчете количества твердых фторидов, выбрасываемых в атмосферный воздух через аэрационные фонари, может быть учтено оседание их на конструкциях корпуса электролиза (приложение 4 к Методике). Тогда:

ако ак акос

$$F = F - F, (32)$$

тв тв тв

ако

где F - количество твердых фторидов, выбрасываемых в тв

атмосферный воздух через аэрационные фонари, с учетом оседания их на конструкциях корпуса, кг/т Al;

акос

F - количество твердых фторидов, осевших на конструкциях

тв

корпуса электролиза, кг/т Al, рассчитывается в соответствии с рекомендациями по экспериментальному определению количества осаждающейся пыли в приложении 4 к Методике; при отсутствии

акос ак

экспериментальных данных F принимается равным 0,3 от F .

тв тв

Количество газообразных фторидов, отходящих от электролизеров, определяется как сумма газообразных фторидов, поступающих в систему газоотсоса и в атмосферу корпуса:

го ак

$$F = F + F, (33)$$

газ газ газ

где F - количество газообразных фторидов, отходящих от газ

электролизеров, кг/т Al .

Количество твердых фторидов, отходящих от электролизеров, определяется как сумма твердых фторидов, поступающих в систему газоотсоса и в атмосферу корпуса:

го ак

$$F = F + F, (34)$$

ТВ ТВ ТВ

где F - количество твердых фторидов, отходящих от

ТВ

электролизеров, кг/т Al .

Газоочистные установки могут быть одноступенчатыми (скруббер) и двухступенчатыми (электрофильтр + скруббер) или (сухая + мокрая).

Одноступенчатая очистка

Количество газообразных фторидов, улавливаемых в системе газоочистки, определяется, исходя из количества газообразных фторидов, поступающих на газоочистку, эффективности улавливания газообразных фторидов системой газоочистки и КПИ работы аппаратов улавливания фтористого водорода:

го1 го газ го

$$F = F \times \varepsilon \times \varepsilon, (35)$$

газ газ ф

го1

где F - количество газообразных фторидов, уловленных в

газ

системе газоочистки, кг/т Al ;

газ

ε - эффективность улавливания газообразных фторидов системой

ф

газоочистки, доли ед.;

го

ε - КПИ работы аппаратов газоочистки, доли ед.

Эффективность улавливания газообразных фторидов аппаратами газоочистки определяется как отношение количества уловленных газообразных фторидов к количеству газообразных фторидов, поступающих в систему газоочистки, по формуле:

гои го2и

$F - F$

газ газ газ

$$\varepsilon = \frac{F - F}{F}, (36)$$

ф гои

F

газ

гои го2и

где F и F - инструментально определенное количество

газ газ

газообразных фторидов, соответственно, на входе и выходе из газоочистки, кг/т Al.

гои го2и

F и F определяются инструментальными методами в

газ газ

соответствии с методиками выполнения измерений концентраций загрязняющих веществ в выбросах промышленных предприятий.

Расчетное количество газообразных фторидов на выходе из газоочистки определяется как разность между количеством газообразных фторидов, поступивших в систему газоотсоса, и количеством газообразных фторидов, уловленных в аппаратах газоочистки:

го2 го го1

$$F = F - F, (37)$$

газ газ газ

го2

где F - расчетное количество газообразных фторидов,

газ

выбрасываемых в атмосферный воздух после очистки, кг/т Al.

Общее количество газообразных фторидов, выбрасываемых в атмосферный воздух, определяется как сумма количества газообразных фторидов, выделяющихся в атмосферу корпуса электролиза, и количества газообразных фторидов, не уловленных аппаратами газоочистки:

ат ак го2

$$F = F + F, (38)$$

газ газ газ

ат

где F - общее количество газообразных фторидов,

газ

выбрасываемых в атмосферный воздух, кг/т Al.

Количество твердых фторидов, улавливаемых в системе газоочистки, определяется, исходя из количества твердых фторидов, поступающих в систему газоочистки, эффективности улавливания твердых фторидов системой газоочистки и КПИ работы аппаратов газоочистки:

го1 го тв го

$$F = F \times \eta \times \eta, (39)$$

тв тв ф

го го2и

F - F

тв тв тв

$$\eta = \frac{F - F}{F}, (40)$$

ф гои

F

тв

го1

где F - количество твердых фторидов, улавливаемых в

тв

аппаратах газоочистки, кг/т Al;

тв

Э - эффективность улавливания твердых веществ в аппаратах

Ф

газоочистки, доли ед.;

гои го2и

F и F - инструментально определенное количество твердых

тв тв

фторидов, соответственно, на входе и выходе из газоочистки, кг/т

Al.

гои го2и

F и F определяются инструментальными методами в

тв тв

соответствии с методиками выполнения измерений концентраций

загрязняющих веществ в выбросах промышленных предприятий.

Расчетное количество твердых фторидов, выбрасываемых в

атмосферный воздух после очистки, определяется как разность между

количеством твердых фторидов, поступивших на очистку, и количеством

твердых фторидов, уловленных в аппаратах очистки:

го2 го го1

$F = F - F$, (41)

тв тв тв

го2

где F - расчетное количество твердых фторидов,

тв

выбрасываемых в атмосферный воздух после очистки, кг/т Al.

Общее количество твердых фторидов, выбрасываемых в атмосферу с

учетом оседания их на конструкциях корпуса, определяется как сумма

количества твердых фторидов, выбрасываемых в атмосферу через

аэрационные фонари, и твердых фторидов, не уловленных аппаратами

газоочистки:

ат ако го2

$F = F + F$, (42)

тв тв тв

ат

где F - общее количество твердых фторидов, выбрасываемых в

тв

атмосферный воздух, кг/т Al.

Двухступенчатая очистка (электрофильтр + аппарат

мокрой очистки)

При двухступенчатой системе очистки эффективность улавливания твердых фторидов второй ступенью зависит от эффективности улавливания твердых фторидов первой ступенью. Количество уловленных твердых фторидов рассчитывается по формуле:

$$F = F_{\text{го3}} \times \frac{1 + T_{\text{го1}} + T_{\text{го2}} + T_{\text{го3}}}{1 + T_{\text{го1}} + T_{\text{го2}} + T_{\text{го3}} + T_{\text{скр1}} + T_{\text{скр2}}}, \quad (43)$$

го3

где F - количество твердых фторидов, уловленных в системе

тв

двухступенчатой очистки, кг/т Al;

го

T - время работы обеих ступеней двухступенчатой очистки,

1

час, (режим 1);

го

T - время работы первой ступени очистки (электрофилтра) при

2

простое второй ступени (скруббера), час, (режим 2);

го

T - время работы второй ступени очистки (скруббера) при

3

простое первой ступени (электрофилтра), час, (режим 3);

го

T - время полного простоя газоочистки, час, (режим 4);

4

эл

Э - эффективность улавливания твердых фторидов в

фत्व

электрофилтре, доли ед.;

скр1

Э - эффективность улавливания твердых фторидов в скруббере

фत्व

при работающем электрофилтре, доли ед.;

скр2

Э - эффективность улавливания твердых фторидов в скруббере

фत्व

при неработающем электрофилтре, доли ед.

Эффективность улавливания твердых фторидов в каждом аппарате определяется как отношение количества уловленных твердых фторидов к количеству твердых фторидов, поступивших в аппараты газоочистки, по

формулам:

го эл

F - F

эл тв тв

$\mathcal{E} = \frac{F_{\text{го}} - F_{\text{скр1}}}{F_{\text{тв}}}, (44)$

фТВ го

F

тв

эл скр1

F - F

скр1 тв тв

$\mathcal{E} = \frac{F_{\text{го}} - F_{\text{скр1}}}{F_{\text{тв}}}, (45)$

фТВ эл

F

тв

го скр2

F - F

скр2 тв тв

$\mathcal{E} = \frac{F_{\text{го}} - F_{\text{скр2}}}{F_{\text{тв}}}, (46)$

фТВ го

F

тв

эл

где F - количество твердых фторидов, выбрасываемых в

тв

атмосферный воздух после электрофилтра, кг/т Al;

скр1

F - количество твердых фторидов, выбрасываемых в

тв

атмосферный воздух после скруббера при работающем электрофилтре,

кг/т Al;

скр2

F - количество твердых фторидов, выбрасываемых в

тв

атмосферный воздух после скруббера при неработающем электрофилтре,

кг/т Al.

го эл скр1

Эффективность улавливания твердых фторидов F , F , F и

тв тв тв

скр2

F определяется инструментальными методами в соответствии с

тв

методиками выполнения измерений концентраций загрязняющих веществ в выбросах промышленных предприятий.

Количество твердых фторидов, выбрасываемых в атмосферный воздух после двухступенчатой очистки, определяется как разность между количеством твердых фторидов, поступивших в аппараты

газоочистки, и количеством твердых фторидов, уловленных в аппаратах двухступенчатой очистки:

го4 го го3

$$F = F - F , (47)$$

ТВ ТВ ТВ

го4

где F - количество твердых фторидов, выбрасываемых в ТВ

атмосферу после двухступенчатой очистки, кг/т Al.

Общее количество твердых фторидов, выбрасываемых в атмосферный воздух с учетом оседания их на конструкциях корпуса, определяется как сумма количества твердых фторидов, выбрасываемых в атмосферу через аэрационные фонари, и количества твердых фторидов, не уловленных аппаратами очистки:

ат ако го4

$$F = F + F , (48)$$

ТВ ТВ ТВ

ат

где F - общее количество твердых фторидов, выбрасываемых в ТВ

атмосферу, кг/т Al.

Газообразные фториды в электрофильтре не улавливаются, поэтому

ат

расчет выброса F осуществляется по схеме расчета выбросов для

газ

одноступенчатой очистки.

Двухступенчатая очистка (сухая + мокрая)

Количество газообразных фторидов, улавливаемых в аппаратах сухой газоочистки, определяется, исходя из количества газообразных фторидов, поступающих на газоочистку, эффективности улавливания газообразных фторидов аппаратами сухой газоочистки и КПИ работы аппаратов сухой газоочистки:

гос го с гос

$$F = F \times \varepsilon \times \varepsilon , (49)$$

газ газ фгаз

гос

где F - количество газообразных фторидов, уловленных в газ

аппаратах сухой газоочистки, кг/т Al;

с

Э - эффективность улавливания газообразных фторидов

фгаз

аппаратами сухой газоочистки, доли ед.;

гос

Э - КПИ работы аппаратов сухой газоочистки, доли ед.

Эффективность улавливания газообразных фторидов аппаратами сухой газоочистки определяется как отношение количества уловленных газообразных фторидов к их количеству, поступающему в аппараты сухой газоочистки, по формуле:

$G_{\text{гои}} G_{\text{го2и}}$

$F - F$

$c_{\text{газ газ}}$

$\text{Э} = \frac{F_{\text{фгаз}} G_{\text{гои}}}{F_{\text{газ}} G_{\text{го2и}}}, (50)$

$F_{\text{фгаз}} G_{\text{гои}}$

F

$c_{\text{газ}}$

$G_{\text{гои}} G_{\text{го2и}}$

где F и F - инструментально определенное количество

$c_{\text{газ}}$

газообразных фторидов, соответственно, на входе и выходе из сухой газоочистки, кг/т Al .

$G_{\text{гои}} G_{\text{го2и}}$

F и F определяются инструментальными методами в

$c_{\text{газ}}$

соответствии с методиками выполнения измерений концентраций загрязняющих веществ в выбросах промышленных предприятий.

Количество твердых фторидов, улавливаемых в аппаратах сухой газоочистки, определяется, исходя из количества твердых фторидов, поступающих на газоочистку, эффективности улавливания твердых фторидов аппаратами сухой газоочистки и КПИ работы аппаратов сухой газоочистки:

$G_{\text{гос}} G_{\text{го}} c_{\text{гос}}$

$F = F_{\text{гос}} \times \text{Э} \times c_{\text{гос}}, (51)$

$c_{\text{гос}} c_{\text{фгос}}$

$G_{\text{гос}}$

где F - количество твердых фторидов, уловленных в аппаратах

$c_{\text{гос}}$

сухой газоочистки, кг/т Al ;

$c_{\text{гос}}$

Э - эффективность улавливания твердых фторидов аппаратами $c_{\text{фгос}}$

сухой газоочистки, доли ед.

Эффективность улавливания твердых фторидов аппаратами сухой газоочистки определяется как отношение количества уловленных твердых фторидов к количеству твердых фторидов, поступающих в аппараты сухой газоочистки, по формуле:

$G_{\text{гои}} G_{\text{го2и}}$

$F - F$

$c_{\text{гос}} c_{\text{фгос}}$

$\Delta = \dots\dots\dots$, (52)

фТВ гоИ

F

ТВ

гоИ го2И

где F - F - инструментально определенное количество

ТВ ТВ

твердых фторидов, соответственно, на входе и выходе из сухой газоочистки, кг/т Al.

гоИ го2И

F - F определяются инструментальными способами в

ТВ ТВ

соответствии с методиками выполнения измерений концентраций загрязняющих веществ в выбросах промышленных предприятий.

Расчетное количество газообразных фторидов, поступающих на вторую ступень очистки (мокрую), определяется как разность между количеством газообразных фторидов, поступивших в систему газоотсоса, и количеством газообразных фторидов, уловленных в аппаратах первой ступени очистки:

гом го гос

$F = F - F$, (53)

газ газ газ

гом

где F - расчетное количество газообразных фторидов,

газ

поступивших на мокрую очистку после сухой очистки, кг/т Al.

Расчетное количество твердых фторидов, поступающих на вторую ступень очистки (мокрую), определяется как разность между количеством твердых фторидов, поступивших в систему газоотсоса, и количеством твердых фторидов, уловленных в аппаратах сухой очистки:

гом го гос

$F = F - F$, (54)

ТВ ТВ ТВ

гом

где F - расчетное количество твердых фторидов, поступивших

ТВ

на мокрую очистку после сухой очистки, кг/т Al.

Количество газообразных фторидов, улавливаемых в аппаратах мокрой очистки, определяется, исходя из количества газообразных фторидов, поступающих на мокрую очистку, эффективности улавливания газообразных фторидов аппаратами мокрой очистки и КПИ аппаратов мокрой очистки:

гом1 гом м гом

$F = F \times \Delta \times \Delta$, (55)

газ газ фгаз

гом1

где F - количество газообразных фторидов, уловленных в

газ

аппаратах мокрой очистки, кг/т Al;

м

Э - эффективность улавливания газообразных фторидов

фгаз

аппаратами мокрой очистки, доли ед.;

гом

Э - КПИ работы аппаратов мокрой очистки, доли ед.

Эффективность улавливания газообразных фторидов аппаратами мокрой очистки определяется как отношение количества уловленных газообразных фторидов к количеству газообразных фторидов, поступающих в аппараты мокрой очистки, по формуле:

гом1и гом2и

F - F

м газ газ

Э = -----, (56)

фгаз гом1и

F

газ

гом1и гом2и

где F и F - инструментально определенное количество

газ газ

газообразных фторидов, соответственно, на входе и выходе из мокрой газоочистки, кг/т Al.

гом1и гом2и

F и F определяются инструментальными методами в

газ газ

соответствии с методиками выполнения измерений концентраций загрязняющих веществ в выбросах промышленных предприятий.

Расчетное количество газообразных фторидов, выбрасываемых в атмосферный воздух после очистки, определяется как разность между количеством газообразных фторидов, поступивших на мокрую газоочистку, и количеством газообразных фторидов, уловленных в аппаратах мокрой очистки:

гом2 гом гом1

F = F - F , (57)

газ газ газ

гом2

где F - расчетное количество газообразных фторидов,

газ

выбрасываемых в атмосферный воздух после мокрой очистки, кг/т Al.

Общее количество газообразных фторидов, выбрасываемых в атмосферный воздух, определяется как сумма количества газообразных фторидов, выделяющихся в атмосферу корпуса электролиза, и

количества газообразных фторидов, не уловленных аппаратами газоочистки:

ат ак гом2

$$F = F + F, (58)$$

газ газ газ

ат

где F - общее количество газообразных фторидов,

газ

выбрасываемых в атмосферный воздух, кг/т Al.

Аналогично, количество твердых фторидов, улавливаемых в аппаратах мокрой очистки, определяется, исходя из количества твердых фторидов, поступающих на мокрую очистку, эффективности улавливания твердых фторидов аппаратами мокрой очистки и КПИ улавливания пыли аппаратами мокрой очистки:

гом1 гом м гом

$$F = F \times \Xi \times \Xi (59)$$

тв тв фтв

гом1и гом2и

F - F

м тв тв

$$\Xi = \frac{F_{\text{гом1и}} - F_{\text{гом2и}}}{F_{\text{гом1и}}}, (60)$$

фтв гом1и

F

тв

м

где Ξ - эффективность улавливания твердых фторидов в

фтв

аппаратах мокрой очистки, доли ед.;

гом1и гом2и

F и F - инструментально определенное количество

тв тв

твердых фторидов, соответственно, на входе и выходе из аппаратов мокрой очистки, кг/т Al; определяются в соответствии с методиками выполнения измерений концентраций загрязняющих веществ в выбросах промышленных предприятий.

Количество твердых фторидов, выбрасываемых в атмосферный воздух после очистки, определяется как разность между количеством твердых фторидов, поступивших на мокрую очистку, и количеством твердых фторидов, уловленных в аппаратах мокрой очистки:

гом2 гом гом1

$$F = F - F, (61)$$

тв тв тв

гом2

где F - количество твердых фторидов, выбрасываемых в

тв

атмосферный воздух после мокрой очистки, кг/т Al.

Общее количество твердых фторидов, выбрасываемых в атмосферный воздух с учетом оседания их на конструкциях корпуса электролиза, определяется как сумма количества твердых фторидов, выбрасываемых через аэрационные фонари, и количества твердых фторидов, не уловленных аппаратами газоочистки:

ат ако гом2

$$F = F + F, (62)$$

ТВ ТВ ТВ

ат

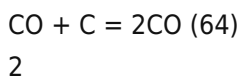
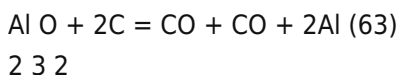
где F - общее количество твердых фторидов, выбрасываемых в
ТВ

атмосферный воздух, кг/т Al.

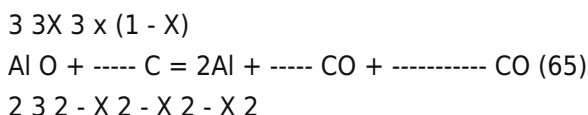
Схематично баланс фтора для двухступенчатой (сухая + мокрая) очистки представлен в приложении 5 к Методике.

IV. Расчет выбросов оксида углерода в атмосферный воздух при электролитическом производстве алюминия

Источником образования оксида углерода является углерод анодной массы, который взаимодействует с кислородом по реакциям:



Суммарно эти реакции можно выразить уравнением:



Кроме кислорода, содержащегося в глиноземе, в указанных реакциях участвует кислород, содержащийся в других видах сырья (анодной массе, фтористых солях), и кислород воздуха, взаимодействующий с углеродом при разрушении корки как при выполнении различных технологических операций по обслуживанию электролизеров, так и при обвалах корки. Кроме того, некоторое количество анодного материала окисляется кислородом воздуха в зоне, где отсутствует алюминиевая обечайка, но еще нет корки электролита (для электролизеров с самообжигающимися анодами с боковым токоподводом), а также в зоне, находящейся выше корки электролита и омываемой отсасываемым воздухом.

Количество кислорода, содержащегося в сырье, составляет в среднем 930 кг/т Al (приложение 2). Расход анодной массы (углерода), как и количество образующихся оксидов углерода, зависит от протекания вторичных реакций, в частности, реакции Будуара (64). В реальных условиях доля углерода (от расхода анодной массы), подвергающегося окислению в период наличия корки на электролизерах

с самообжигающимися анодами с верхним токоподводом, колеблется от 81 до 87% и в среднем составляет 84%, на электролизерах с самообжигающимися анодами с боковым токоподводом колеблется от 83 до 87% и в среднем составляет 85%, на электролизерах с предварительно обожженными анодами колеблется от 87 до 92% и в среднем составляет 90%.

Количество образующегося под коркой СО рассчитывается по формуле:

обро

$$K = 4,67 \times D \times P - 1,75 \times P, \quad (66)$$

СО С ам О

обр

где К - количество образующегося оксида углерода, кг/т Al;

СО

Р - расход анодной массы, кг/т Al;

ам

о

Д - доля углерода, подвергшегося окислению под колоколом,

С

доли ед.;

Р - количество кислорода, окисляющего углерод под колоколом,

О

кг/т Al.

Для корпусов электролиза, оборудованных электролизерами с самообжигающимися анодами с верхним токоподводом, образующийся в подколокольном пространстве оксид углерода в значительной степени поступает в систему газоотсоса и в горелке окисляется до диоксида углерода. Полнота протекания этого процесса определяется только коэффициентом использования горелок во времени (фактом горения газа в горелках). Остальная часть оксида углерода, количество которой обусловлено неполной эффективностью улавливания газа газосборным колоколом, поступает в атмосферу корпуса электролиза, но и в этом случае примерно половина оксида углерода окисляется до СО при

2

горении анодного газа.

В зависимости от величины коэффициента эффективности улавливания анодных газов газосборным колоколом количество кислорода, участвующего в окислении углерода, рассчитывается по формуле (приложение 6 к Методике):

гк о

$$P = 930 + 0,54 \times (1 - \varepsilon) \times P \times D, \quad (67)$$

О аг ам С

где 930 - количество кислорода, содержащегося в сырье и участвующего в первичном окислении углерода, кг.

Количество оксида углерода, выбрасываемого в атмосферный воздух через систему газоотсоса, рассчитывается по формуле:

го обр гк г г

$K = K \times \Delta x (1 - \Delta x \Delta), (68)$

CO CO аг CO

го

где K - количество оксида углерода, выбрасываемого в

CO

атмосферный воздух через систему газоотсоса, кг/т Al;

гк

Э - эффективность улавливания анодных газов газосборным

аг

колоколом, доли ед.;

г

Э - КПИ горелок во времени, доли ед.;

г

Э - эффективность дожигания оксида углерода, доли ед.

CO

Эффективность улавливания анодных газов (оксида углерода, сернистых соединений и смолистых веществ) газосборным колоколом больше эффективности улавливания фторидов. Анодные газы образуются в зоне, расположенной непосредственно под газосборником, и даже при нарушенной корке электролита существенная часть анодных газов должна поступать в систему газоотсоса, в то время как фтористые соли при их загрузке на корку длительное время прогреваются, испаряются и гидролизуются. При этом продукты испарения и гидролиза выделяются в атмосферный воздух, минуя газосборник. При разрушении корки (обнажении поверхности расплава) продукты испарения и гидролиза электролита выносятся конвективным потоком в атмосферный воздух, также минуя газосборник в большей степени, чем анодные газы.

Эффективность улавливания анодных газов газосборным колоколом определяется производственными службами в соответствии с данными оперативного контроля за состоянием воздушной среды в корпусах электролиза по следующей формуле:

гк аг аг аг аг аг

$\Delta = \text{сумма } (\Delta \times T) = \Delta \times T + \Delta \times T + \Delta \times T + \Delta \times T +$

аг n n 1 1 2 2 3 3 4 4

аг аг аг аг аг

$+ \Delta \times T + \Delta \times T + \Delta \times T + \Delta \times T + \Delta \times T, (69)$

5 5 6 6 7 7 8 8 10 10

аг

где Э - эффективность улавливания анодных газов

n

газосборником в период времени T, доли ед.;

n

аг

Э принимается в соответствии с приложением 9 к Методике.

n

г

Э принимается в соответствии с данными оперативного контроля за состоянием воздушной среды в корпусах электролиза.

Количество оксида углерода, поступающего в атмосферу корпуса электролиза, определяется по формуле:

ак обр гк д

$$K = K \times (1 - \varepsilon)(1 - \varepsilon), \quad (70)$$

CO CO ат CO

ак

где K - количество оксида углерода, поступающего в атмосферу

CO

корпуса электролиза, кг/т Al;

д

Э - степень дожигания оксида углерода, выделяющегося помимо

CO

колокольного газосборника, доли ед.

С учетом фактического содержания оксида углерода в воздухе

д

электролизных корпусов Э принимается равной 0,5.

CO

Суммарное количество оксида углерода, выбрасываемого в

атмосферный воздух, определяется как сумма количества CO,

выделившегося в атмосферу корпуса электролиза, и количества CO,

поступившего в систему газоотсоса:

ат ак го

$$K = K + K, \quad (71)$$

CO CO CO

ат

где K - суммарное количество оксида углерода, выбрасываемого

CO

в атмосферный воздух, кг/т Al.

Для корпусов электролиза, оборудованных электролизерами с

самообжигающимися анодами с боковым подводом тока, образующийся под

коркой оксид углерода окисляется в "огоньке" до диоксида углерода.

Полнота протекания этого процесса определяется только временем

работы с разрушенной коркой и фактом горения газа в "огоньках".

Что касается доли углерода, которая взаимодействует с

кислородом воздуха, то можно принять, что половина углерода

окисляется до CO, а половина до CO₂. В зависимости от эффективности

2

системы газоотсоса часть выделяющегося оксида углерода поступает в

атмосферу корпуса электролиза, а основное количество выбрасывается

через дымовые трубы.

Количество образующегося под коркой CO рассчитывается по

формуле (приложение 7 к Методике):

обр о

$$K = 4,67 \times D \times P - 1,75 \times P, (72)$$

CO C ам O

обр

где K - количество образующегося оксида углерода, кг/т Al;

CO

P - расход анодной массы, кг/т Al;

ам

о

D - доля углерода, подвергшегося окислению под коркой, доли

C

ед.;

P - количество кислорода, окисляющего углерод под коркой,

O

кг/т Al:

$$P = 930 + 0,08 \times P. (73)$$

O ам

Количество CO, образующегося над коркой, рассчитывается по формуле:

возд

$$K = 0,0466 \times P, (74)$$

CO ам

возд

где K - количество оксида углерода, образующегося при

CO

окислении анода кислородом воздуха выше корки электролита, кг/т Al.

В работе электролизеров с самообжигающимися анодами с боковым токоподводом возможны следующие ситуации:

а) укрытие закрыто, "огонек" горит - межоперационный режим;

б) укрытие открыто, "огонек" горит - обслуживание анодного хозяйства;

в) укрытие закрыто, "огонек" не горит - обвалы корки, заплеснуто отверстие и т. п.;

г) укрытие открыто, корка разрушена, "огонек" не горит - выполнение различных операций по обслуживанию электролизера.

Количество оксида углерода, поступающее в систему газоотсоса, определяется по формуле:

го обр го у

$$K = K \times D + \Sigma \times 0,0466 \times P, (75)$$

CO CO CO ам

го

где D - доля оксида углерода, поступающего в систему

CO

газоотсоса, от количества, образующегося под коркой электролита

обр

(К), доли ед.

CO

го у 1 д1 у 2 д2

$D = T \times \varepsilon \times (1 - \varepsilon) \times \varepsilon + T \times \varepsilon \times (1 - \varepsilon) \times \varepsilon +$

CO 1 1 ог CO 2 2 ог CO

у 3 д3 у 4 д4

$+ T \times \varepsilon \times (1 - \varepsilon) \times \varepsilon + T \times \varepsilon \times (1 - \varepsilon) \times \varepsilon +$

3 3 ог CO 4 4 ог CO

у 5 д5 у 6 д6

$+ T \times \varepsilon \times (1 - \varepsilon) \times \varepsilon + T \times \varepsilon \times (1 - \varepsilon) \times \varepsilon + (76)$

5 5 ог CO 6 6 ог CO

у 7 д7 у 8 д8

$+ T \times \varepsilon \times (1 - \varepsilon) \times \varepsilon + T \times \varepsilon \times (1 - \varepsilon) \times \varepsilon +$

7 7 ог CO 8 8 ог CO

у 9 д9

$+ T \times \varepsilon \times (1 - \varepsilon) \times \varepsilon ,$

9 9 ог CO

п

где ε - доля времени горения огонька, доли ед.;

ог

дп

ε - доля неокислившегося CO, доли ед.

CO

Количество оксида углерода, поступающего в атмосферу корпуса электролиза, определяется по формуле:

ак обр ак у

$K = K \times D + (1 - \varepsilon) \times 0,0466 \times P , (77)$

CO CO CO ам

ак у 1 д1

$D = T \times (1 - \varepsilon) \times (1 - \varepsilon) \times \varepsilon + (78)$

CO 1 1 ог CO

у 2 д2 у 3 д3

$+ T \times (1 - \varepsilon) \times (1 - \varepsilon) \times \varepsilon + T \times (1 - \varepsilon) \times (1 - \varepsilon) \times \varepsilon +$

2 2 ог CO 3 3 ог CO

у 4 д4 у 5 д5

$+ T \times (1 - \varepsilon) \times (1 - \varepsilon) \times \varepsilon + T \times (1 - \varepsilon) \times (1 - \varepsilon) \times \varepsilon +$

4 4 ог CO 5 5 ог CO

у 6 д6 у 7 д7

$+ T \times (1 - \varepsilon) \times (1 - \varepsilon) \times \varepsilon + T \times (1 - \varepsilon) \times (1 - \varepsilon) \times \varepsilon +$

6 6 ог CO 7 7 ог CO

у 8 д8 у 9 д9

$+ T \times (1 - \varepsilon) \times (1 - \varepsilon) \times \varepsilon + T \times (1 - \varepsilon) \times (1 - \varepsilon) \times \varepsilon ,$

8 8 ог CO 9 9 ог CO

ак

где Д - доля оксида углерода, поступающего в атмосферу

СО

корпуса электролиза, от количества, образующегося под коркой электролита, доли ед.

у

Эффективность системы газоотсоса (Э) рассчитывается по формуле:

у у у у у у у

$$\text{Э} = \text{Т} \times \text{Э} + \text{Т} \times \text{Э} + \text{Т} \times \text{Э} + \text{Т} \times \text{Э} + \text{Т} \times \text{Э} + \text{Т} \times \text{Э} +$$

1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6

у у у

+ Т х Э + Т х Э + Т х Э , (79)

7 7 8 8 9 9

Эффективность системы газоотсоса и эффективность дожигания оксида углерода в "огоньках" рекомендуется принимать в соответствии

п

с приложением 10 к Методике, а Т и Э - по результатам

п ог

хронометража или оперативной оценки.

Суммарное количество оксида углерода, выбрасываемого в

атмосферный воздух, определяется как сумма количества СО,

выделившегося в атмосферу корпуса электролиза, и количества СО,

поступившего в систему газоотсоса:

ат ак го

$$\text{К} = \text{К} + \text{К} , (80)$$

СО СО СО

ат

где К - количество оксида углерода, выбрасываемого в

СО

атмосферный воздух, кг/т АІ.

Для корпусов электролиза, оборудованных электролизерами с

предварительно обожженными анодами, образующийся под коркой оксид

углерода в значительной степени окисляется в "огоньке" до диоксида

углерода. Полнота протекания этого процесса определяется только

временем работы с разрушенной коркой и фактом горения газа в

"огоньках".

Что касается доли углерода, которая взаимодействует с

кислородом воздуха, то можно принять, что половина углерода

окисляется до СО, а половина до СО . В зависимости от эффективности

2

системы газоотсоса часть выделяющегося оксида углерода поступает в

атмосферу корпуса электролиза, а основное количество выбрасывается

через дымовые трубы.

Количество образующегося под коркой СО рассчитывается по

формуле (приложение 8 к Методике):

обро

$$K = 4,67 \times D \times P - 1,75 \times P, \quad (81)$$

CO CO oa O

обр

где K - количество образующегося оксида углерода, кг/т Al;

CO

,

P - расход анодов, нетто, кг/т Al;

oa

о

D - доля углерода, подвергшегося окислению под коркой

C

электролита, доли ед.

Количество кислорода, окисляющего углерод под коркой (P),

O

рассчитывается по формуле:

,

$$P = 930 + 0,094 \times P. \quad (82)$$

O oa

Количество CO, образующегося над коркой электролита,

рассчитывается по формуле:

возд ,

$$K = 0,055 \times P, \quad (83)$$

CO oa

возд

где K - количество оксида углерода, образующегося при

CO

окислении анода кислородом воздуха выше корки электролита, кг/т Al.

В работе электролизеров с предварительно обожженными анодами

возможны следующие ситуации:

а) укрытие закрыто, "огонек" горит - межоперационный режим;

б) укрытие открыто, "огонек" горит - обслуживание анодного хозяйства;

в) укрытие закрыто, "огонек" не горит - обвалы корки, заплеснуто отверстие и т. п.;

г) укрытие открыто, корка разрушена, "огонек" не горит - выполнение различных операций по обслуживанию электролизера.

Количество оксида углерода, поступающего в систему газоотсоса, определяется по формуле:

го обргоу ,

$$K = K \times D + \Sigma \times 0,055 \times P, \quad (84)$$

CO CO CO oa

го

где D - доля оксида углерода, поступающего в систему

CO

газоотсоса, от количества оксида углерода, образующегося под коркой

обр

электролита (К), доли ед.

CO

го у 1 д1 у 2 д2

$D = T \times \varepsilon \times (1 - \varepsilon) \times \varepsilon + T \times \varepsilon \times (1 - \varepsilon) \times \varepsilon +$

CO 1 1 ог CO 2 2 ог CO

у 3 д3 у 4 д4

$+ T \times \varepsilon \times (1 - \varepsilon) \times \varepsilon + T \times \varepsilon \times (1 - \varepsilon) \times \varepsilon +$

3 3 ог CO 4 4 ог CO

(85)

у 5 д5 у 6 д6

$+ T \times \varepsilon \times (1 - \varepsilon) \times \varepsilon + T \times \varepsilon \times (1 - \varepsilon) \times \varepsilon +$

5 5 ог CO 6 6 ог CO

у 7 д7

$+ T \times \varepsilon \times (1 - \varepsilon) \times \varepsilon ,$

7 7 ог CO

п

где ε - доля времени горения огонька, доли ед.

ог

При тщательном соблюдении регламента обслуживания

электролизеров доля времени горения "огонька" при операциях выливки

металла (приложение 11 к Методике, позиции 3-7), а именно выливка

металла и технологические замеры, смена анода и технологическая

обработка, работа с неисправным укрытием, простой системы

газоотсоса, работа с герметичным укрытием), может быть принята

равной 0,985. При операциях 1-2 (регламентированная обработка,

анодный эффект и его ликвидация) "огонек" не горит. Таким образом,

1 2

ε и $\varepsilon = 0$. При этом формула (85) примет вид:

ог ог

го

$D = 0,375 \times T + 0,375 \times T + 0,75 \times T + 0,0045 \times T +$

CO 1 2 3 4

(86)

$+ 0,00975 \times T + 0,0147 \times T .$

5 7

Количество оксида углерода, поступающего в атмосферу корпуса

электролиза, определяется по формуле:

ак обр ак у ,

$K = K \times D + (1 - \varepsilon) \times 0,055 \times P , (87)$

CO CO CO оа

ак

где D - доля оксида углерода, поступающего в атмосферу

CO

корпуса электролиза, от количества оксида углерода, образующегося

под коркой электролита, доли ед.

ак у 1 д1

$$Д = Т \times (1 - Э) \times (1 - Э) \times Э + (88)$$

СО 1 1 от СО

у 2 д2 у 3 д3

$$+ Т \times (1 - Э) \times (1 - Э) \times Э + Т \times (1 - Э) \times (1 - Э) \times Э +$$

2 2 от СО 3 3 от СО

у 4 д4 у 5 д5

$$+ Т \times (1 - Э) \times (1 - Э) \times Э + Т \times (1 - Э) \times (1 - Э) \times Э +$$

4 4 от СО 5 5 от СО

у 6 д6 у 7 д7

$$+ Т \times (1 - Э) \times (1 - Э) \times Э + Т \times (1 - Э) \times (1 - Э) \times Э ,$$

6 6 от СО 7 7 от СО

у

где Э - эффективность системы газоотсоса, доли ед.

у у у у у у у

$$Э = Т \times Э + Т \times Э + Т \times Э + Т \times Э + Т \times Э + Т \times Э +$$

1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6

у

$$+ Т \times Э . (89)$$

7 7

n уп дп

При подстановке значений Э , Э и Э формула (88) примет

от СО

вид:

ак

$$Д = 0,125 \times Т + 0,125 \times Т + 0,00375 \times Т + 0,003 \times Т +$$

СО 1 2 3 4

(90)

$$+ 0,00525 \times Т + 0,015 \times Т + 0,0003 \times Т .$$

5 6 7

Эффективность системы газоотсоса и эффективность дожигания

оксида углерода в "огоньках" принимается в соответствии с

п

приложением 11 к Методике, а Т и Э - по результатам хронометража

п от

или оперативной оценки.

Суммарное количество оксида углерода, выбрасываемого в

атмосферный воздух, определяется как сумма количества СО,

выделившегося в атмосферу корпуса электролиза, и количества СО,

поступившего в систему газоотсоса:

ат ак го

$$К = К + К , (91)$$

CO CO CO

ат

где К - количество оксида углерода, выбрасываемого в

CO

атмосферный воздух, кг/т Al.

V. Расчет выбросов диоксида серы в атмосферный воздух при электролитическом производстве алюминия

Основное количество серы поступает в процесс электролиза с анодным материалом. Остальное количество приходится на свежие и вторичные фтористые соли.

о

Доля серы, выделяющейся из электролизера в виде диоксида (Д),

S

может быть инструментально определена в соответствии с методиками выполнения измерений концентраций загрязняющих веществ в выбросах промышленных предприятий. Ориентировочно эта величина составляет: для электролизеров с самообжигающимися анодами с верхним токоподводом - 0,77, для электролизеров с самообжигающимися анодами с боковым токоподводом и электролизеров с предварительно обожженными анодами - 0,82. Количество диоксида серы, отходящего от электролизера, рассчитывается по формуле:

для электролизеров с самообжигающимися анодами с верхним токоподводом:

о ам кс а к кр

Д х Р х Д + П х Д + П х Д + П х Д + П х Д

S ам S кс S а S к S кр S

Р = ----- +

S 0,5

кф

П х Д

кф S

+ ----- ; (92)

0,5

для электролизеров с самосжигающимися анодами с боковым токоподводом:

о ам кс а к кр

Д х Р х Д + П х Д + П х Д + П х Д + П х Д

S ам S кс S а S к S кр S

Р = ----- +

S 0,5

кф гл

П х Д + П х Д

кф S гл S

+ -----, (93)

0,5

где Р - количество диоксида серы, отходящего от

S

электролизера, кг/т Al;

ам

Д - массовая доля серы в анодной массе, доли ед.;

S

кс

Д - массовая доля серы в свежем криолите, доли ед.;

S

а

Д - массовая доля серы во фтористом алюминии, доли ед.;

S

к

Д - массовая доля серы во фтористом кальции, доли ед.;

S

кр

Д - массовая доля серы в регенерационном криолите, доли ед.;

S

кф

Д - массовая доля серы во флотационном криолите, доли ед.;

S

о

Д - доля серы, выделяющейся в виде диоксида, доли ед.;

S

гл

Д - массовая доля серы во фторированном глиноземе, доли ед.

S

0,5 - массовая доля серы в диоксиде серы, доли ед.

Для корпусов электролиза, оборудованных установками сухой очистки газов, сера поступает в электролизер вместе с фторированным глиноземом, который возвращается в процесс электролиза после газоочистки. Тогда формула (92) примет вид:
для электролизеров с самообжигающимися анодами с верхним токоподводом:

о ам кс а к гл

Д х Р х Д + П х Д + П х Д + П х Д + П х Д

S ам S кс S а S к S гл S

Р = ----- +

S 0,5

кф

П х Д

кф S

+ ----- ; (94)

0,5

для электролизеров с предварительно обожженными анодами:

о ам кс а гл кф

$D \times P \times D + P \times D + P \times D + P \times D + P \times D$

$S_{ам} S_{кс} S_a S_{гл} S_{кф} S$

$P = \frac{S_{ам} S_{кс} S_a S_{гл} S_{кф} S}{S_{0,5}}$

$S_{0,5}$

(95)

В формулах (94) и (95):

P - количество диоксида серы, отходящего от электролизера,

S

кг/т Al ;

$ам$

D - массовая доля серы в анодной массе, доли ед.;

S

$кс$

D - массовая доля серы в свежем криолите, доли ед.;

S

a

D - массовая доля серы во фтористом алюминии, доли ед.;

S

$к$

D - массовая доля серы во фтористом кальции, доли ед.;

S

$кр$

D - массовая доля серы в регенерационном криолите, доли ед.;

S

$гл$

D - массовая доля серы во фторированном глиноземе, доли ед.;

S

$кф$

D - массовая доля серы во флотационном криолите, доли ед.;

S

$о$

D - доля серы, выделяющейся в виде диоксида, доли ед.;

S

$0,5$ - массовая доля серы в диоксиде серы, доли ед.

Количество сернистого ангидрида, поступающего в систему

газоотсоса, рассчитывается по формулам:

для электролизеров с самообжигающимися анодами с верхним токоподводом:

$го_{гк}$

$P = P \times \Xi$, (96)

$S S_{аг}$

для электролизеров с самообжигающимися анодами с боковым

токоподводом и электролизеров с предварительно обожженными анодами:

$го_{у}$

$P = P \times \Xi$, (97)

$S S$

го

где Р - количество диоксида серы, поступающего в систему

S

газоотсоса, кг/т Al.

Количество диоксида серы, улавливаемого в системе газоочистки, рассчитывается по формуле:

го1 го го го

$P = P \times \varepsilon \times \varepsilon$, (98)

S S S

го1

где Р - количество диоксида серы, улавливаемого в системе

S

газоочистки, кг/т Al;

го

Э - эффективность улавливания диоксида серы в аппаратах

S

газоочистки, доли ед.

Эффективность улавливания диоксида серы в аппаратах

газоочистки определяется как отношение количества уловленного

диоксида серы к количеству диоксида серы, поступившего в систему

газоочистки, по формуле:

гои го2и

P - P

го S S

$\varepsilon = \frac{P_{\text{гои}} - P_{\text{го2и}}}{P_{\text{гои}}}$, (99)

S гои

P

S

гои го2и

где P и P - инструментально определенное количество

S S

диоксида серы, соответственно, на входе и выходе из газоочистки,

кг/т Al.

гои го2и

P и P определяются инструментальными методами в

S S

соответствии с методиками выполнения измерений концентраций

загрязняющих веществ в выбросах промышленных предприятий.

Количество диоксида серы, выбрасываемого в атмосферный воздух

после очистки, определяется как разность между количеством диоксида

серы, поступившего в систему газоотсоса, и количеством диоксида

серы, уловленного в аппаратах очистки:

го2 го го1

$P = P - P$, (100)

S S S

го₂

P - количество диоксида серы, выбрасываемого в атмосферный

S

воздух после очистки, кг/т Al.

Количество диоксида серы, поступающего в атмосферу корпуса электролиза, рассчитывается по формулам:

для электролизеров с самообжигающимися анодами с верхним токоподводом:

ак гк

$$P = P \times (1 - \varepsilon); (101)$$

S S аг

для электролизеров с самообжигающимися анодами с боковым токоподводом и электролизеров с предварительно обожженными анодами:

ак у

$$P = P \times (1 - \varepsilon); (102)$$

S S

ак

где P - количество диоксида серы, поступающего в атмосферу

S

корпуса электролиза, кг/т Al.

Общее количество диоксида серы, выбрасываемого в атмосферный воздух, определяется как сумма количества диоксида серы, поступающего в атмосферу корпуса электролиза, и количества диоксида серы, выбрасываемого в атмосферный воздух после газоочистки:

ат ак го₂

$$P = P + P, (103)$$

S S S

ат

где P - количество диоксида серы, выбрасываемого в

S

атмосферный воздух, кг/т Al.

Следует учитывать, что содержание серы во фтористых солях приводится в пересчете на сульфат-ион, в котором массовая доля серы составляет 33,3%.

При работе сухой газоочистки с использованием рециркуляции диоксид серы не улавливается. В этом случае выброс серы равен:

ат ак го

$$P = P + P. (104)$$

S S S

VI. Расчет выбросов смолистых веществ (в том числе бенз(а)пирена) в атмосферный воздух при электролитическом производстве алюминия

Для электролизеров с самообжигающимися анодами с верхним токоподводом в процессе электролиза смолистые вещества, образующиеся при коксовании анодной массы, выделяются в атмосферу

корпуса электролиза при перестановке анодных штырей и под колокольный газосборник.

Количество смолистых веществ, выделяющихся под колокольный газосборник (Р), приведено в приложении 12 к Методике.

см

При применении "сухой" анодной массы возможно сокращение количества смолистых веществ, выделяющихся под колокольный газосборник (Р), примерно на 30% (уточняется экспериментально).

см

При сокращении расхода анодной массы (в сравнении с 540 кг/т Al) следует учесть пропорциональное сокращение количества смолистых веществ, выделяющихся под колокольный газосборник.

Смолистые вещества различают как: образующиеся в процессе электролиза и отходящие от электролизеров.

Поступающие под колокольный газосборник смолистые вещества удаляются системой колокольного газоотсоса и большей частью сжигаются в горелке. Остальная часть (недожог) поступает в аппараты газоочистки.

Количество смолистых веществ, выделяющихся в зоне под колоколом (для электролизеров с самообжигающимися анодами с верхним токоподводом), рассчитывается с учетом доли металла, производимого

i

электролизерами разных типов (Д):

с-п

i i

$P = \sum P \times D, (105)$

см см с-п

где Р - количество смолистых веществ, выделяющихся в зоне

см

под колоколом, кг/т Al;

i

Р - количество смолистых веществ, выделяющихся в зоне под

см

колоколом при производстве i-той доли металла, кг/т Al;

i

Д - доля металла, производимая электролизерами разных

с-п

типов, доли ед.

Количество смолистых веществ, поступающих в горелку, определяется по формуле:

гк гк

$P = \sum P, (106)$

см аг см

гк

где Р - количество смолистых веществ, поступающих в горелку,

см

кг/т Al.

Количество смолистых веществ, поступающих в атмосферу корпуса электролиза, рассчитывается по формуле:

ак гк пш

$$P = P \times (1 - \varepsilon) + P, \quad (107)$$

см см аг см

ак

где P - количество смолистых веществ, поступающих в

см

атмосферу корпуса электролиза, кг/т Al;

пш

P - количество смолистых веществ, выделяющихся в атмосферный

см

воздух при перестановке штырей, кг/т Al.

Количество смолистых веществ, выделяющихся в атмосферный

воздух при перестановке штырей, может оцениваться из выражения:

пш 2

$$P = 0,785 \times d \times h \times q \times c \times \rho \times (1 - k) \times n, \quad (108)$$

см л жам ш

где d - диаметр лунки (может быть условно принят равным

л

среднему диаметру участка штыря, запеченного в теле анода), дм;

h - средняя по электролизеру высота лунки (высота штыря в запеченной части анода), дм;

q - степень заполнения лунки, доли ед.;

c - содержание пека в анодной массе, загружаемой перед перестановкой штырей, доли ед.;

З

ρ - плотность жидкой анодной массы, кг/дм ;

жам

k - выход кокса при быстром коксовании пека, доли ед.;

n - количество переставляемых штырей в расчете на 1 т Al.

ш

Выход кокса при быстром коксовании пека (при коксовании пробок в отверстиях из-под штырей) на электролизерах с самообжигающимися анодами с верхним токоподводом ввиду высокой скорости нагрева и обжига пробки составляет 0,5-0,6 (50-60%) от массы пека.

Степень заполнения лунки в зависимости от свойств анодной массы и техники перестановки штырей может приниматься в диапазоне 0,6 - 1,0.

Количество переставляемых штырей в расчете на 1 т Al

определяется как количество штырей, переставляемых в электролизных корпусах за 1 смену (сутки), деленное на выпуск металла за тот же период времени.

Количество смолистых веществ, сгорающих в горелке

электролизеров самообжигающимися анодами с верхним токоподводом, определяется эффективностью дожигания смолистых веществ и

эффективностью использования горелок во времени по формуле:

г гк г г

$$P = P \times \varepsilon \times \varepsilon, (109)$$

см см см

г

где P - количество смолистых веществ, сгорающих в горелке,

см

кг/т Al;

г

Э - эффективность дожигания смолистых веществ, доли ед.;

см

г

Э - эффективность использования горелок во времени, доли ед.

Эффективность использования горелок во времени определяется

как отношение времени работы горелочных устройств в режиме

"горения" ко времени работы электролизера.

Эффективность дожигания смолистых веществ в горелке

электролизеров самообжигающимися анодами с верхним токоподводом

определяется экспериментально. Косвенная оценка эффективности

дожигания смолистых веществ может быть выполнена по ее зависимости

от температуры в горелке, измеряемой термопарой (приложение 13 к

Методике). При этом принимается, что степень дожигания смолистых

веществ равна степени дожигания бенз(а)пирена.

Количество смолистых веществ, поступающих на газоочистку,

гк г

определяется как разность между P и P :

см см

го гк г г

$$P = P \times \varepsilon \times (1 - \varepsilon \times \varepsilon), (110)$$

см см аг см

го

где P - количество смолистых веществ, поступающих на

см

газоочистку, кг/т Al.

Для электролизеров с самообжигающимися анодами с боковым

токоподводом количество выделившихся под укрытие смолистых веществ

рассчитывается по формуле:

$$P = P \times D, (111)$$

см ам см

где P - количество смолистых веществ, выделяющихся через

см

боковые поверхности анода, кг/т Al;

P - удельный расход анодной массы, кг/т Al;

ам

D - доля смолистых веществ, выделяющихся через боковые

см

поверхности анода в зависимости от текучести анодной массы и температуры размягчения пека, доли ед.

Доля смолистых веществ (от расхода анодной массы), выделяющихся через боковые грани анода электролизеров с самообжигающимися анодами с боковым токоподводом, в зависимости от коэффициента текучести и температуры размягчения пека, определяется в соответствии с приложением 13 к Методике.

Смолистые вещества выделяются выше корки электролита и с отсасываемой газовой воздушной смесью поступают в систему газоотсоса.

Количество смолистых веществ, поступающих в систему газоотсоса, определяется по формуле:

го у

$$P = \varepsilon \times P, \quad (112)$$

см см

го

где P - количество смолистых веществ, поступающих в систему

см

газоотсоса, кг/т Al.

Для электролизеров с самообжигающимися анодами с боковым токоподводом:

ак у

$$P = P \times (1 - \varepsilon), \quad (113)$$

см см

ак

где P - количество смолистых веществ, выделяющихся в

см

атмосферу корпуса электролиза, кг/т Al.

Для электролизеров с самообжигающимися анодами с верхним токоподводом и для электролизеров с самообжигающимися анодами с боковым токоподводом при расчете количества смолистых веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух через аэрационные фонари корпуса, может быть учтено их оседание на конструкциях корпуса электролиза (приложение 4 к Методике). Тогда для электролизеров с самообжигающимися анодами с верхним токоподводом

ако гк пш акос

$$P = P \times (1 - \varepsilon) + P - P, \quad (114)$$

см см аг см см

ако

где P - количество смолистых веществ, выбрасываемых в

см

атмосферный воздух через аэрационные фонари с учетом оседания их на конструкциях корпуса электролиза, кг/т Al;

акос

P - количество смолистых веществ, осевших на конструкциях

см

корпуса электролиза, кг/т Al, рассчитывается в соответствии с рекомендациями по экспериментальному определению количества осаждающейся пыли в приложении 3, при отсутствии экспериментальных акос ак

данных Р можно принять равным 0,2 от Р .

см см

Для электролизеров с самообжигающимися анодами с боковым токоподводом

ако у акос

$$P = P \times (1 - \varepsilon) - P, (115)$$

см см см

ако

где Р - количество смолистых веществ, поступающих в

см

атмосферу корпуса электролиза, с учетом оседания их на конструкциях

корпуса электролиза, кг/т Al;

акос

Р - количество смолистых веществ, осевших на конструкциях

см

корпуса электролиза, кг/т Al; рассчитывается в соответствии с

приложением 4 к Методике.

Количество смолистых веществ, улавливаемых аппаратами

газоочистки, рассчитывается по формуле:

го1 го го го

$$P = P \times \varepsilon \times \varepsilon, (116)$$

см см см

го1

где Р - количество смолистых веществ, улавливаемых

см

аппаратами газоочистки, кг/т Al;

го

Э - КПИ аппаратов газоочистки, доли ед.;

го

Э - эффективность улавливания смолистых веществ в аппаратах

см

газоочистки, доли ед.

Эффективность улавливания смолистых веществ аппаратами

газоочистки определяется как отношение уловленного количества

смолистых веществ к количеству смолистых веществ, поступающих в

систему газоочистки, по формуле:

гои го2и

Р - Р

го см см

$$\varepsilon = \frac{P_{\text{го2и}}}{P_{\text{гои}}}, (117)$$

см гои

P

см

гои го2и

где P и P - количество смолистых веществ,

см см

соответственно, на входе и выходе из газоочистки, кг/т Al,

определяемые в соответствии с методиками выполнения измерений концентраций загрязняющих веществ в выбросах промышленных предприятий.

Расчетное количество смолистых веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух после очистки, определяется как разность между количеством смолистых веществ, поступивших в систему газоотсоса, и количеством смолистых веществ, уловленных в аппаратах очистки:

го2 го го1

$$P = P - P, (118)$$

см см см

го2

где P - количество смолистых веществ, выбрасываемых в

см

атмосферный воздух после очистки, кг/т Al.

Суммарное количество смолистых веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух с учетом оседания их на конструкциях корпуса электролиза, рассчитывается по формуле:

ат ако го2

$$P = P + P, (119)$$

см см см

ат

где P - количество смолистых веществ, выбрасываемых в

см

атмосферный воздух, кг/т Al.

Бенз(а)пирен входит в состав смолистых веществ.

Соответственно, количество бенз(а)пирена, выделяющегося под укрытие электролизеров с самообжигающимися анодами с боковым токоподводом, рассчитывается, исходя из количества смолистых веществ, выделяющихся под укрытие, и содержания в них бенз(а)пирена:

см

$$P = P \times \alpha, (120)$$

бп см бп

где P - количество бенз(а)пирена, выделяющегося под укрытие,

бп

кг/т Al;

см

альфа - содержание бенз(а)пирена в смолистых веществах

бп

(здесь и далее доля бенз(а)пирена в смолистых веществах

определяется экспериментально в соответствии с методиками выполнения измерений концентраций загрязняющих веществ в выбросах промышленных предприятий), доли ед.

Количество бенз(а)пирена, улавливаемого аппаратами газоочистки, рассчитывается по формуле:

G_{01} —

$P = P \times \varepsilon \times \alpha$, (121)

G_{01} —

G_{01}

где P — количество бенз(а)пирена, улавливаемого аппаратами

G_{01}

газоочистки, кг/т АІ;

G_{01}

ε — КПИ аппаратов газоочистки, доли ед.;

G_{01}

ε — эффективность улавливания бенз(а)пирена в аппаратах

G_{01}

газоочистки, доли ед.

Эффективность улавливания бенз(а)пирена аппаратами газоочистки определяется как отношение уловленного количества бенз(а)пирена к количеству бенз(а)пирена, поступающего в систему газоочистки, по формуле:

G_{01} и G_{02}

P —

G_{01} и G_{02}

$\varepsilon = \frac{G_{01} - G_{02}}{G_{01}}$, (122)

G_{01} и G_{02}

P

G_{01}

G_{01} и G_{02}

где P и P — инструментально определенное количество

G_{01} и G_{02}

бенз(а)пирена, соответственно, на входе и выходе из газоочистки,

кг/т АІ.

G_{01} и G_{02}

P и P определяются инструментальными методами в

G_{01} и G_{02}

соответствии с методиками выполнения измерений концентраций загрязняющих веществ в выбросах промышленных предприятий.

Расчетное количество бенз(а)пирена, выбрасываемого в атмосферный воздух после очистки, рассчитывается как разность между количеством бенз(а)пирена, поступившего в систему газоочистки, и количеством бенз(а)пирена, уловленного в аппаратах газоочистки:

G_{02} и G_{01}

$P = P - P$, (123)

G_{01} и G_{02}

го2

где Р - количество бенз(а)пирена, выбрасываемого в
бп

атмосферный воздух после очистки, кг/т АІ.

Выбросы бенз(а)пирена определяются, исходя из выбросов
смолистых веществ и содержания бенз(а)пирена в смолистых веществах,
определяемого инструментально в соответствии с методиками
выполнения измерений концентраций загрязняющих веществ в выбросах
промышленных предприятий:

ако ако ако

$P = P \times \alpha$, (124)

бп см бп

го2 го2 го2

$P = P \times \alpha$, (125)

бп см бп

ако

где Р - количество бенз(а)пирена, выбрасываемого в
бп

атмосферный воздух через аэрационные фонари с учетом оседания его
на конструкциях корпуса электролиза (приложение 4 к Методике),
кг/т АІ;

ако

альфа - содержание бенз(а)пирена в смолистых веществах,
бп

выбрасываемых в атмосферный воздух через аэрационные фонари корпуса
электролиза, доли ед.;

го2

Р - количество бенз(а)пирена, выбрасываемого в атмосферный

бп

воздух после очистки, кг/т АІ;

го2

альфа - содержание бенз(а)пирена в смолистых веществах,
бп

выбрасываемых в атмосферный воздух после очистки, кг/т АІ.

Общее количество бенз(а)пирена, выбрасываемого в атмосферный
воздух, рассчитывается по формуле:

ат ако го2

$P = P + P$, (126)

бп бп бп

ат

где Р - общее количество бенз(а)пирена, выбрасываемого в
бп

атмосферный воздух, кг/т АІ.

При двухступенчатой очистке расчет ведется по схеме, описанной
в разделе ІІІ.

VII. Расчет выбросов электролизной пыли в атмосферный воздух при

электролитическом производстве алюминия

В связи с тем, что при сухой очистке газов в очищаемый газ перед реактором и рукавным фильтром подается глинозем в количестве, создающем концентрации пыли во много раз большие, чем концентрация электролизной пыли, выброс пыли после сухой очистки определяется на основании данных по остаточной запыленности газов, определяемой инструментальными замерами в соответствии с методиками выполнения измерений концентраций загрязняющих веществ в выбросах промышленных предприятий. Количество пыли, выбрасываемой после газоочистки, определяется по формуле:

го2

$P = C \times Q, (127)$

п п

го2

где P - количество пыли, выбрасываемой после очистки,

п

кг/т Al;

з

C - концентрация пыли в очищенных газах, мг/нм ;

п

з

Q - объем очищенных газов, нм /т Al.

Наиболее приближенные к реальным данные по количеству электролизной пыли, отходящей от электролизеров, получают, исходя из количества твердых фторидов и их усредненного содержания в пыли, которое определяется производственными службами. В соответствии с этим количество электролизной пыли, поступающей на газоочистку, рассчитывается по формуле:

го

Ф

го тв

$P = \frac{D \times F}{100}, (128)$

п го

Д

ф

го

где P - количество электролизной пыли, поступающей в

п

систему газоотсоса, кг/т Al;

го

Д - массовая доля фтора в пыли, поступающей в систему

ф

газоотсоса, доли ед.

Массовая доля фтора в электролизной пыли определяется инструментальными методами (по анализу проб фонарных газов) в соответствии с методиками выполнения измерений концентраций

загрязняющих веществ в выбросах промышленных предприятий. При отсутствии таких данных могут использоваться данные, полученные при анализе проб пыли, отобранных у кабины крановщика. Количество электролизной пыли, выделяющейся в атмосферу корпуса электролиза, рассчитывается по формуле:

ак

F

ак тв

$P = \frac{F \cdot D}{100} \cdot 10^{-3}, (129)$

п ак

Д

ф

ак

где P - количество электролизной пыли, выделяющейся в

п

атмосферу корпуса электролиза, кг/т Al;

ак

Д - массовая доля фтора в пыли, выделяющейся в атмосферу

ф

корпуса электролиза, доли ед.

При расчете количества электролизной пыли, выбрасываемой через аэрационные фонари, может учитываться оседание ее на конструкциях корпуса электролиза (приложение 4 к Методике), тогда:

ако ак акос

$P = P - P_{ос}, (130)$

п п п

ако

где P - количество электролизной пыли, выбрасываемой в

п

атмосферный воздух через аэрационные фонари с учетом оседания ее на конструкциях корпуса электролиза, кг/т Al;

акос

P - количество электролизной пыли, осевшей на конструкциях

п

корпуса электролиза, кг/т Al; рассчитывается в соответствии с приложением 4 к Методике.

Количество электролизной пыли, улавливаемой аппаратами газоочистки, рассчитывается по формуле:

го1

F

го1 тв

$P = \frac{F \cdot D}{100} \cdot 10^{-3}, (131)$

п го

Д

ф

го1

где Р - количество электролизной пыли, уловленной

п

аппаратами газоочистки, кг/т Al.

Количество электролизной пыли, не уловленное в аппаратах

го2и

газоочистки (Р), определяется инструментальными методами в

п

соответствии с методиками выполнения измерений концентраций загрязняющих веществ в выбросах промышленных предприятий.

Эффективность улавливания электролизной пыли в аппаратах газоочистки (за исключением сухой очистки) определяется как отношение уловленного количества пыли к количеству, поступившему в систему газоочистки, по формуле:

гои го2и

Р - Р

го п п

$\eta = \frac{P_{\text{гои}} - P_{\text{го2и}}}{P_{\text{гои}}}$, (132)

п гои

Р

п

гои го2и

где Р и Р - инструментально определяемое количество

п п

электролизной пыли, соответственно, на входе и выходе из газоочистки, кг/т Al, определяются инструментальными методами в соответствии с методиками выполнения измерений концентраций загрязняющих веществ в выбросах промышленных предприятий.

При сухой очистке газов на выходе из рукавных фильтров в пыли, наряду с электролизной пылью, содержится глинозем в количестве, соответствующем проскоку его через фильтровальный материал. Поэтому го2и

здесь Р не отражает количество электролизной пыли на выходе из

п

газоочистки. В связи с этим при сухой очистке эффективность улавливания электролизной пыли в газоочистке принимается равной эффективности улавливания твердых фторидов. Количество общей пыли, выбрасываемой после сухой газоочистки, находят, исходя из инструментально определяемой остаточной запыленности и количества газов.

Расчетное количество электролизной пыли, выбрасываемой в атмосферный воздух после очистки, определяется как разность между количеством пыли, поступившей в систему газоочистки, и количеством пыли, уловленной в аппаратах газоочистки:

го2 го го1

$P = P_{\text{го1}} - P_{\text{го2}}$, (133)

п п п

го2

где Р - количество электролизной пыли, выбрасываемой в

п

атмосферный воздух после очистки, кг/т Al.

Суммарное количество электролизной пыли, выбрасываемой в

атмосферный воздух с учетом оседания ее на конструкциях корпуса

электролиза, рассчитывается по формуле:

ат ако го2

$$P = P + P, (134)$$

п п п

ат

где Р - количество электролизной пыли, выбрасываемой в

п

атмосферный воздух, кг/т Al.

При двухступенчатой очистке расчет ведется по схеме, описанной

в разделе III.

VIII. Расчет выбросов неорганической пыли в атмосферный воздух при электролитическом производстве алюминия

Выбросы пыли неорганической определяют, исходя из выбросов общей пыли и содержания в ней фторсолей:

Для электролизеров с самообжигающимися анодами с верхним и боковым токоподводом:

го2

F

го2 го2 тв го2

$$P = P - \text{----} - P, (135)$$

неорг п фс см

Д

F

ак

F

ако ако тв ако

$$P = P - \text{---} - P. (136)$$

неорг п фс см

Д

F

Для электролизеров с предварительно обожженными анодами:

го2

F

го2 го2 тв

$$P = P - \text{----}, (137)$$

неорг п фс

Д

F

ак

F

ако ако тв

$P = P - \dots$, (138)

неорг п фс

Д

F

Суммарный выброс пыли неорганической составляет:

ат го2 ако

$P = P + P$, (139)

неорг неорг неорг

ат

где P - общее количество пыли неорганической, выбрасываемой в

неорг

атмосферный воздух, кг/т Al.

При необходимости из пыли неорганической может быть выделен

оксид алюминия.

В этом случае руководствуются методическими рекомендациями НИИ

Атмосфера (от 16.08.2000 N 527н/33-07), в соответствии с которыми

предлагается дифференцировать промышленный глинозем на основные

компоненты:

альфа-Al O - корунд;

2 3

гамма-Al O - оксид алюминия;

2 3

остальные компоненты - пыль неорганическая с содержанием

SiO < 20 %.

2

Содержание указанных компонентов в выбросах промышленного

глинозема может определяться экспериментально, приниматься по

паспортным данным или другим материалам, обосновывающим его состав.

Тогда:

го2 го2 пго2

$P = K \times P \times (1 - C)$, (140)

кор 1 неорг у

го2 го2 пго2

$P = K \times P \times (1 - C)$, (141)

оа 2 неорг у

ак ак пак

$P = K \times P \times (1 - C)$, (142)

кор 1 неорг у

ак ак пак

$P = K \times P \times (1 - C)$, (143)

оа 2 неорг у

го2

где Р - количество оксида алюминия, выбрасываемого в

оа

атмосферный воздух после очистки, кг/т Al;

ак

Р - количество оксида алюминия, выбрасываемого в атмосферу

оа

корпуса электролиза и далее в атмосферный воздух через аэрационные
фонари электролизных корпусов, кг/т Al;

го₂

Р - количество корунда, выбрасываемого в атмосферный
воздух после очистки, кг/т Al;

ак

Р - количество корунда, выбрасываемого в атмосферу

кор

корпуса электролиза и далее в атмосферный воздух через аэрационные
фонари электролизных корпусов, кг/т Al;

пго₂

С - содержание углерода в пыли после газоочистки, доли

у

ед.;

пак

С - содержание углерода в пыли, выделяющейся в

у

атмосферу корпуса электролиза, доли ед.;

К - содержание альфа-Al₂O₃ в промышленном глиноземе, доли

1 2 3

ед.;

К - содержание гамма-Al₂O₃ в промышленном глиноземе, доли ед.

2 2 3

Аналогично может выполняться расчет выбросов составляющих
компонентов пыли и для электролизеров с самообжигающимися анодами с
верхним и боковым токоподводом. В этом случае при расчете Р и
неорг

Р учитывается наличие в пыли смолистых веществ.

оа

Приложение 1

к расчетной инструкции (методике)
по определению состава и количества
вредных (загрязняющих) веществ,
выбрасываемых в атмосферный
воздух при электролитическом
производстве алюминия

Условные обозначения

го

Э - эффективность газоочистки

гк

Д - доля того или иного вещества в зоне под газосборным колоколом

ак

К - количество вещества, поступающего в атмосферу корпуса

К - количество оксида углерода

СО

Р - расход анодной массы (анодного материала)

ам

Р - расход анодов

ОА

П - приход фтора

ф

пг

Р - расход фтора в виде пыли и газа, кг/т Al

ф

кс

П - приход свежего криолита в пересчете на фтор, кг/т Al

ф

П - приход свежего криолита, кг/т Al

кс

кс

Д - массовая доля фтора в свежем криолите, доли ед.

ф

а

П - приход фторида алюминия в пересчете на фтор, кг/т Al

ф

П - приход фтористого алюминия, кг/т Al

а

а

Д - массовая доля фтора во фтористом алюминии, доли ед.

ф

к

П - приход фтористого кальция в пересчете на фтор, кг/т Al

ф

П - приход фтористого кальция, кг/т Al

к

к

Д - массовая доля фтора во фтористом кальции, доли ед.

ф

вт

П - приход вторичного криолита (поступающего из внешних

ф
источников) в пересчете на фтор, кг/т Al
П - приход вторичного криолита, кг/т Al
вт
вт
Д - массовая доля фтора во вторичном криолите, доли ед.
ф
кр
П - приход регенерационного криолита в пересчете на фтор,
ф
кг/т Al
П - приход регенерационного криолита, кг/т Al
кр
кр
Д - массовая доля фтора в регенерационном криолите, доли ед.
ф
гл
П - приход фтора с фторированным глиноземом (при сухой
ф
очистке газов), кг/т Al
гл
Д - массовая доля фтора во фторированном глиноземе, доли ед.
ф
П - количество фторированного глинозема, кг/т Al
гл
кф
П - приход флотационного криолита в пересчете на фтор,
ф
кг/т Al
П - приход флотационного криолита, кг/т Al
кф
кф
Д - массовая доля фтора во флотационном криолите, доли ед.
ф
П - смешанный криолит, кг/т Al
см
пуск
П - приход криолита в пересчете на фтор на пуск
ф
электролизеров, кг/т Al
т
Р - транспортные потери фтора, кг/т Al
ф
пфу
Р - потери фтора в виде перфторуглеродов, кг/т Al
ф
тау - частота анодных эффектов, шт./сутки

в

t - средняя продолжительность анодных эффектов, мин.

в

В - среднесуточная производительность электролизера, т/сутки

п

Р - потери фтора со снимаемой угольной пеной, кг/т Al

ф

Р - количество снятой угольной пены, кг/т Al

п

п

Д - массовая доля фтора в угольной пене, доли ед.

ф

эл

Р - потери фтора с избытком электролита, кг/т Al

ф

и

Р - избыток электролита, кг/т Al

эл

эл

Д - массовая доля фтора в электролите, доли ед.

ф

ог

Р - потери фтора с анодными огарками, кг/т Al

ф

Р - количество извлекаемых анодных огарков, кг/т Al

ог

ог

Д - массовая доля фтора в анодных огарках, доли ед.

ф

фут

Р - расход фтора на пропитку футеровки, кг/т Al

ф

п б ц бр

Д , Д , Д , Д - доля фтора, соответственно, в подовых,

ф ф ф ф

бортовых блоках угольной футеровки, цоколе и бровке, доли ед.

Q , Q , Q , Q - соответственно, количество отработанной

п б ц бр

футеровки в подовых, бортовых блоках, цоколе и бровке, кг/т Al

го

Р - количество фторидов, поступающих в систему

ф

организованного отсоса, кг/т Al

у

Э - эффективность улавливания газов укрытием, доли ед.

гк

Э - эффективность улавливания газов газосборным колоколом,
 ф
 доли ед.
 ак
 Р - количество фторидов, поступающих в атмосферу корпуса,
 ф
 кг/т Al
 $T_1, T_2, \dots, T_{10}$ - доли продолжительности каждого состояния
 $T_1, T_2, \dots, T_{10}$
 электролизеров, доли ед.
 го го
 D_g, D_t - соответственно доля газообразных и твердых
 фгаз фтв
 фторидов в общем количестве фторидов, поступающих в систему
 газоотсоса, доли ед.
 ак ак
 D_g, D_t - соответственно доля газообразных и твердых
 фгаз фтв
 фторидов в общем количестве фторидов, поступающих в атмосферу
 корпуса, доли ед.
 го
 F - количество газообразных фторидов, поступающих в систему
 газ
 газоотсоса, кг/т Al
 го
 F - количество твердых фторидов, поступающих в систему
 тв
 газоотсоса, кг/т Al
 ак
 F - количество газообразных фторидов, поступающих в
 газ
 атмосферу корпуса, кг/т Al
 ак
 F - количество твердых фторидов, поступающих в атмосферу
 тв
 корпуса, кг/т Al
 ако
 F - количество твердых фторидов, выбрасываемых в атмосферу
 тв
 через аэрационные фонари, с учетом оседания их на конструкциях
 корпуса, кг/т Al
 акос
 F - количество твердых фторидов, осевших на конструкциях
 тв
 корпуса, кг/т Al
 F - количество газообразных фторидов, отходящих от
 газ
 электролизеров, кг/т Al

F - количество твердых фторидов, отходящих от
 тв
 электролизеров, кг/т Al
 го1
 F - количество газообразных фторидов, уловленных в системе
 газ
 газоочистки, кг/т Al
 газ
 Э - эффективность улавливания газообразных фторидов
 ф
 системой газоочистки, доли ед.
 го
 Э - КПИ работы аппаратов газоочистки, доли ед.
 гои го2и
 F и F - инструментально определенное количество
 газ газ
 газообразных фторидов, соответственно, на входе и выходе из
 газоочистки, кг/т Al
 го2
 F - расчетное количество газообразных фторидов,
 газ
 выбрасываемых в атмосферу после очистки, кг/т Al
 ат
 F - общее количество газообразных фторидов, выбрасываемых в
 газ
 атмосферу, кг/т Al
 го1
 F - количество твердых фторидов, улавливаемых в аппаратах
 тв
 газоочистки, кг/т Al
 гои го2и
 F и F - инструментально определенное количество твердых
 тв тв
 фторидов, соответственно, на входе и выходе из газоочистки, кг/т Al
 тв
 Э - эффективность улавливания твердых фторидов в аппаратах
 ф
 газоочистки, доли ед.
 го2
 F - расчетное количество твердых фторидов, выбрасываемых в
 тв
 атмосферу после очистки, кг/т Al
 ат
 F - общее количество твердых фторидов, выбрасываемых в
 тв
 атмосферу, кг/т Al
 го3
 F - количество твердых фторидов, уловленных в системе

тв

двухступенчатой очистки, кг/т Al

го

T - время работы обеих ступеней двухступенчатой очистки,

1

час, (режим 1)

го

T - время работы первой ступени очистки (электрофилтра)

2

при простое второй ступени (скруббера), час, (режим 2)

го

T - время работы второй ступени очистки (скруббера) при

3

простое первой ступени (электрофилтра), час, (режим 3)

го

T - время полного простоя газоочистки, час, (режим 4)

4

эл

Э - эффективность улавливания твердых фторидов в

фТВ

электрофилтре, доли ед.

м1

Э - эффективность улавливания твердых фторидов в аппаратах

фТВ

мокрой очистки при работающем электрофилтре, доли ед.

м2

Э - эффективность улавливания твердых фторидов в аппаратах

фТВ

мокрой очистки при неработающем электрофилтре, доли ед.

скр1

Э - эффективность улавливания твердых фторидов в скруббере

фТВ

при работающем электрофилтре, доли ед.

скр2

Э - эффективность улавливания твердых фторидов в скруббере

фТВ

при неработающем электрофилтре, доли ед.

эл

F - количество твердых фторидов, выбрасываемых в атмосферу

тв

после электрофилтра, кг/т Al

м1

F - количество твердых фторидов, выбрасываемых в атмосферу

тв

после аппаратов мокрой очистки при работающем электрофилтре,

кг/т Al

м2

F - количество твердых фторидов, выбрасываемых в атмосферу

тв
после аппаратов мокрой очистки при неработающем электрофилтре,
кг/т Al
гои го2и
F и F - инструментально определенное количество
газ газ
газообразных фторидов, соответственно, на входе и выходе из сухой
газоочистки, кг/т Al
гос
F - количество твердых фторидов, уловленных в аппаратах
тв
сухой газоочистки, кг/т Al
скр1
F - количество твердых фторидов, выбрасываемых в атмосферу
тв
после скруббера при работающем электрофилтре, кг/т Al
скр2
F - количество твердых фторидов, выбрасываемых в
тв
атмосферу после скруббера при неработающем электрофилтре, кг/т Al
го4
F - количество твердых фторидов, выбрасываемых в атмосферу
тв
после двухступенчатой очистки, кг/т Al
гос
F - количество газообразных фторидов, уловленных в
газ
аппаратах сухой газоочистки, кг/т Al
с
Э - эффективность улавливания газообразных фторидов
фгаз
аппаратами сухой газоочистки, доли ед.
гос
Э - коэффициент полезного использования работы аппаратов
сухой газоочистки, доли ед.
гос
F - количество твердых фторидов, уловленных в аппаратах
тв
сухой газоочистки, кг/т Al
с
Э - эффективность улавливания твердых фторидов аппаратами
фтв
сухой газоочистки, доли ед.
гом
F - расчетное количество газообразных фторидов, поступивших
газ
на мокрую очистку после сухой очистки, кг/т Al
гом

F - расчетное количество твердых фторидов, поступивших на
 тв
 мокрую очистку после сухой очистки, кг/т Al
 гом1
 F - количество газообразных фторидов, уловленных в
 газ
 аппаратах мокрой очистки, кг/т Al
 м
 Э - эффективность улавливания газообразных фторидов
 фгаз
 аппаратами мокрой очистки, доли ед.
 гом
 Э - коэффициент полезного использования работы аппаратов
 мокрой очистки, доли ед.
 гом1и гом2и
 F и F - инструментально определенное количество
 газ газ
 газообразных фторидов, соответственно, на входе и выходе из мокрой
 газоочистки, кг/т Al
 гом2
 F - расчетное количество газообразных фторидов,
 газ
 выбрасываемых в атмосферу после мокрой очистки, кг/т Al
 м
 Э - эффективность улавливания твердых фторидов в аппаратах
 фтв
 мокрой очистки, доли ед.
 гом1и гом2и
 F и F - инструментально определенное количество
 тв тв
 твердых фторидов, соответственно, на входе и выходе из аппаратов
 мокрой очистки, кг/т Al
 гом2
 F - количество твердых фторидов, выбрасываемых в атмосферу
 тв
 после мокрой очистки, кг/т Al
 обр
 К - количество образующегося оксида углерода, кг/т Al
 СО
 Р - расход анодной массы, кг/т Al
 ам
 о
 Д - доля углерода, подвергшегося окислению под колоколом,
 С
 доли ед.
 Р - количество кислорода, окисляющего углерод под колоколом,
 О
 кг/т Al

возд

К - количество оксида углерода, образующегося при

СО

окислении анода кислородом воздуха выше корки электролита, кг/т Al

го

Д - доля оксида углерода, поступающего в систему отсоса, от

СО

обр

количества, образующегося под коркой электролита (К), доли ед.

СО

п

Э - доля времени горения огонька, доли ед.

ог

дп

Э - доля неокислившегося СО, доли ед.

СО

ак

Д - доля оксида углерода, поступающего в атмосферу корпуса,

СО

от количества, образующегося под коркой электролита, доли ед.

гк

Э - эффективность улавливания анодных газов газосборным

аг

колоколом, доли ед.

го

К - количество оксида углерода, выбрасываемого в атмосферу

СО

через систему газоотсоса, кг/т Al

гк

Э - эффективность улавливания оксида углерода газосборным

СО

колоколом, доли ед.

г

Э - коэффициент полезного использования горелок во времени,

доли ед.

г

Э - эффективность дожигания оксида углерода, доли ед.

СО

аг

Э - эффективность улавливания анодных газов газосборником в

п

период времени Т , доли ед.

п

ак

К - количество оксида углерода, поступающего в атмосферу

СО

корпуса, кг/т Al

Д

Э - степень дожигания оксида углерода, выделяющегося помимо
CO
колокольного газосборника, доли ед.
ат
К - суммарное количество оксида углерода, выбрасываемого в
CO
атмосферу, кг/т Al
Р - количество диоксида серы, отходящего от электролизера,
S
кг/т Al
ОА
Д - массовая доля серы в анодах, доли ед.
S
ам
Д - массовая доля серы в анодной массе, доли ед.
S
кс
Д - массовая доля серы в свежем криолите, доли ед.
S
а
Д - массовая доля серы во фтористом алюминии, доли ед.
S
к
Д - массовая доля серы во фтористом кальции, доли ед.
S
кр
Д - массовая доля серы в регенерационном криолите, доли ед.
S
гл
Д - массовая доля серы во фторированном глиноземе, доли ед.
S
кф
Д - массовая доля серы во флотационном криолите, доли ед.
S
о
Д - доля серы, выделяющейся в виде диоксида, доли ед.
S
го
Р - количество диоксида серы, поступающего в систему
S
газоотсоса, кг/т Al
го1
Р - количество диоксида серы, улавливаемого в системе
S
газоочистки, кг/т Al
го
Э - эффективность улавливания диоксида серы в аппаратах
S

газоочистки, доли ед.

гои го2и

P и P - инструментально определенное количество

S S

диоксида серы, соответственно, на входе и выходе из газоочистки,

кг/т Al

го2

P - количество диоксида серы, выбрасываемого в атмосферу

S

после очистки, кг/т Al

ак

P - количество диоксида серы, поступающего в атмосферу

S

корпуса, кг/т Al

ат

P - общее количество диоксида серы, выбрасываемого в

S

атмосферу, кг/т Al

P - количество смолистых веществ, выделяющихся в зоне под

см

колоколом, кг/т Al

i

P - количество смолистых веществ, выделяющихся в зоне под

см

колоколом при производстве i-той доли металла, кг/т Al

i

Д - доля металла, производимая электролизерами разных

с-п

типов, доли ед.

гк

P - количество смолистых веществ, поступающих в горелку,

см

кг/т Al

ак

P - количество смолистых веществ, поступающих в атмосферу

см

корпуса, кг/т Al

пш

P - количество смолистых веществ, выделяющихся в атмосферу

см

при перестановке штырей, кг/т Al

ако

P - количество смолистых веществ, поступающих в атмосферу

см

корпуса, с учетом оседания их на конструкциях корпуса, кг/т Al

Д - доля смолистых веществ, выделяющихся через боковые

см

поверхности анода в зависимости от текучести анодной массы, доли

ед.

d - диаметр лунки (средний диаметр участка штыря, запеченного
л

в теле анода), дм

h - средняя по электролизеру высота лунки (высота штыря в
запеченной части анода), дм

q - степень заполнения лунки, доли ед.

c - содержание пека в анодной массе, загружаемой перед
перестановкой штырей, доли ед.

З

ρ_о - плотность жидкой анодной массы, кг/дм

жам

k - выход кокса при быстром коксовании пека, доли ед.

n - количество переставляемых штырей в расчете на 1 т Al

ш

ако

P - количество смолистых веществ, выбрасываемых в атмосферу

см

через аэрационные фонари с учетом оседания их на конструкциях
корпуса, кг/т Al

акос

P - количество смолистых веществ, осевших на конструкциях

см

корпуса, кг/т Al

г

P - количество смолистых веществ, сгорающих в горелке, кг/ т

см

Al

г

Э - эффективность дожигания смолистых веществ, доли ед.

см

г

Э - эффективность использования горелок во времени, доли ед.

го

P - количество смолистых веществ, поступающих на

см

газоочистку, кг/т Al

го

P - количество бенз(а)пирена, поступающего на газоочистку,

бп

кг/т Al

ако

альфа - содержание бенз(а)пирена в смолистых веществах,

бп

выделяющихся в атмосферу корпуса, доли ед.

го

альфа - содержание бенз(а)пирена в смолистых веществах,

бп

поступающих на газоочистку, доли ед.
го1
Р - количество смолистых веществ, улавливаемых аппаратами
см
газоочистки, кг/т Al
го
Э - эффективность улавливания смолистых веществ в аппаратах
см
газоочистки, доли ед.
гои го2и
Р и Р - количество смолистых веществ соответственно на
см см
входе и выходе из газоочистки, кг/т Al
го2
Р - количество смолистых веществ, выбрасываемых в атмосферу
см
после очистки, кг/т Al
ат
Р - количество смолистых веществ, выбрасываемых в атмосферу,
см
кг/т Al
ако
Р - количество бенз(а)пирена, выбрасываемого в атмосферу
бп
через аэрационные фонари с учетом оседания его на конструкциях
корпуса, кг/т Al
ако
альфа - содержание бенз(а)пирена в смолистых веществах,
бп
выбрасываемых в атмосферу через аэрационные фонари корпуса, доли
ед.
го2
Р - количество бенз(а)пирена, выбрасываемого в атмосферу
бп
после очистки, кг/т Al
го2
альфа - содержание бенз(а)пирена в смолистых веществах,
бп
выбрасываемых в атмосферу после очистки, кг/т Al
ат
Р - общее количество бенз(а)пирена, выбрасываемого в
бп
атмосферу, кг/т Al
го
Р - количество электролизной пыли, поступающей в систему
п
газоотсоса, кг/т Al
го

Д - массовая доля фтора в пыли, поступающей в систему

ф

газоотсоса, доли ед.

ак

Р - количество электролизной пыли, выделяющейся в атмосферу

п

корпуса, кг/т Al

ак

Д - массовая доля фтора в пыли, выделяющейся в атмосферу

ф

корпуса, доли ед.

ако

Р - количество электролизной пыли, выбрасываемой в

п

атмосферу через аэрационные фонари с учетом оседания ее на
конструкциях корпуса, кг/т Al

акос

Р - количество электролизной пыли, осевшей на конструкциях

п

корпуса, кг/т Al

го1

Р - количество электролизной пыли, уловленной аппаратами

п

газоочистки, кг/т Al

гои го2и

Р и Р - инструментально определяемое количество

п п

электролизной пыли соответственно на входе и выходе из газоочистки,

кг/т Al

го2

Р - количество электролизной пыли, выбрасываемой в

п

атмосферу после очистки, кг/т Al

ат

Р - общее количество электролизной пыли, выбрасываемой в

п

атмосферу, кг/т Al

го

Э - эффективность улавливания электролизной пыли, доли ед.

п

го2

Р - количество пыли неорганической, выбрасываемой в

неорг

атмосферу после очистки, кг/т Al

ако

Р - количество пыли неорганической, поступающей в

неорг

атмосферу корпуса и далее в атмосферу через аэрационные фонари

электролизных корпусов, кг/т Al

ат

P - общее количество пыли неорганической, выбрасываемой в неорг атмосферу, кг/т Al

Приложение 2

к расчетной инструкции (методике)
по определению состава и количества
вредных (загрязняющих) веществ,
выбрасываемых в атмосферный
воздух при электролитическом
производстве алюминия

Проведение хронометража технологического состояния
электролизеров

Цель проведения хронометража - определение эффективности
системы организованного газоотсоса.

Хронометраж периодически проводится на ограниченном количестве
однотипных электролизеров, технологическое состояние которых
отвечает среднему по подразделению. Так как хронометраж должен
охватить все технологические режимы и операции по обслуживанию
ванн, то он осуществляется в период времени не менее суток. Для
обследования выбираются несколько групп электролизеров. При этом
электролизеры внутри каждой группы должны быть однотипными,
работать с близкими технологическими параметрами и
техничко-экономическими показателями с равным уровнем обслуживания и
сходным состоянием укрытия.

Хронометраж проводится отдельно для групп однотипных
электролизеров.

Хронометраж проводится не реже одного раза в год.

Периодичность хронометража, количество контролируемых групп
электролизеров, количество электролизеров в каждой группе
определяются в зависимости от технологического состояния
электролизеров.

Эффективность укрытий определяется:

внутри группы - как среднеарифметическое значение
эффективностей по отдельным электролизерам;

среди групп - как средневзвешенное, учитывающее долю
представленных в группе электролизеров от общего количества
электролизеров в обследуемом подразделении.

Пример

В корпусе электролиза действуют 90 электролизеров. Для
хронометража выбраны 4 группы электролизеров:

1 группа состоит из 3 электролизеров, характеризующих работу
10% ванн, работающих в расстроенном технологическом режиме

(9 шт.);

2 группа состоит из 2 электролизеров, характеризующих работу

5,56% ванн, работающих в пусковом режиме (5 шт.);

3 группа состоит из 5 электролизеров, характеризующих работу

80% ванн, работающих в нормальном технологическом режиме (72 шт.);

4 группа состоит из 2 электролизеров, характеризующих работу

4,44% ванн, работающих в режиме подготовки к отключению на

капремонт (4 шт.).

Эффективность укрытий отдельных электролизеров по первой

1 1 1

группе составила: Э , Э и Э .

1 2 3

Средняя эффективность укрытий первой группы составляет:

1 1 1

Э + Э + Э

1 1 2 3

Э = -----.

у 3

Эффективность укрытий отдельных электролизеров по второй

2 2

группе составила: Э и Э .

1 2

Средняя эффективность укрытий второй группы составляет:

2 2

Э + Э

2 1 2

Э = -----.

у 2

Эффективность укрытий отдельных электролизеров по третьей

3 3 3 3 3

группе составила: Э , Э , Э , Э и Э .

1 2 3 4 5

Средняя эффективность укрытий третьей группы составляет:

3 3 3 3 3

Э + Э + Э + Э + Э

3 1 2 3 4 5

Э = -----.

у 5

Эффективность укрытий отдельных электролизеров по четвертой

4 4

группе составила: Э и Э .

1 2

Средняя эффективность укрытий четвертой группы составляет:

4 4

Э + Э

4 1 2

$\varepsilon = \frac{\dots}{\dots}$,

у 2

Средняя эффективность по корпусу будет равна:

1 2 4

$10 \times \varepsilon + 5,56 \times \varepsilon + 4,44 \times \varepsilon$

у у у

$\varepsilon = \frac{\dots}{\dots}$,

у 100

При проведении хронометража оценивается период работы электролизеров при состояниях, указанных в таблицах 1, 2 и 3. Доля продолжительности каждого состояния определяется как:

t

n

$T = \frac{\dots}{\dots}$,

n t

где t - продолжительность n-го состояния за период времени t,

n

мин.;

t - общее время хронометражного наблюдения за электролизерами, мин.

Сумма долей продолжительности каждого периода в общем времени n

работы электролизера сумма $T = 1$.

1

Эффективность системы газоотсоса в каждом состоянии

рекомендуется принимать в соответствии с данными таблицы 1.

При внедрении систем автоматизированного питания глиноземом

исключается операция "Регламентированная обработка" (табл. 1,

позиция 1). Эффективность улавливания фторидов газосборным

колоколом при герметичном газосборнике (позиция 10) при повышении

технологической дисциплины и уровня эксплуатации может достигать

0,96.

Расчет ведется по формуле:

гк гк гк гк гк гк

$\varepsilon = \varepsilon_1 \times T_1 + \varepsilon_2 \times T_2 + \varepsilon_3 \times T_3 + \varepsilon_4 \times T_4 + \varepsilon_5 \times T_5 +$

ф, аг 1 1 2 2 3 3 4 4 5 5

гк гк гк гк гк гк

$+ \varepsilon_6 \times T_6 + \varepsilon_7 \times T_7 + \varepsilon_8 \times T_8 + \varepsilon_9 \times T_9 + \varepsilon_{10} \times T_{10}$.

6 6 7 7 8 8 9 9 10 10

Таблица 1

Рекомендуемые значения эффективности улавливания фторидов и анодных газов газосборным колоколом для электролизеров с самообжигающимися анодами с верхним токоподводом

+-----+				
N Состояние электролизеров Эффективность				
п/п улавливания,				
гк				
Э , доли ед.				
n				
+-----				
фторидов анодных				
газов				
+---+-----+-----+-----				
1 Регламентированная обработка 0,35 0,60				
2 Анодный эффект и его ликвидация 0,35 0,80				
3 Выливка металла, технологические замеры 0,60 0,85				
3 Технологическая обработка 0,35 0,50				
5 Работа с неисправным и ремонтируемым 0,60 0,60				
газосборником				
6 Утечки газа через неплотности ("дымки") 0,43 0,85				
7 Обвалы корки ("огоньки") 0,43 0,85				
8 Ремонт пояса подвески колокола 0,10 0,10				
9 Простой системы газоотсоса 0,00 0,00				
10 Работа с герметичным газосборником 0,92 0,98				
+-----+				

Таблица 2

Эффективность системы газоотсоса при различных состояниях электролизеров с самообжигающимися анодами с боковым токоподводом

+-----+				
N Состояние электролизеров Эффективность				
п/п уп				
укрытий, Э ,				
доли ед.				
+---+-----+-----				
1 Регламентированная обработка 0,8				
2 Анодный эффект и его ликвидация 0,8				
3 Выливка металла, технологические замеры 0,9				
4 Технологическая обработка 0,8				
5 Обслуживание анодного хозяйства 0,8				
6 Загрузка анодной массы 0,9				
7 Работа с неисправным укрытием 0,85				
8 Простой системы газоотсоса 0,00				
9 Работа с герметичным укрытием 0,97				
+-----+				

Расчет ведется по формуле:

у у1 у2 у3 у4 у5 у6

Э = Э х Т + Э х Т + Э х Т + Э х Т + Э х Т + Э х

1 2 3 4 5

y7 y8 y9

x T + Э x T + Э x T + Э x T .

6 7 8 9

Таблица 3

Эффективность системы газоотсоса при различных
состояниях электролизера с предварительно
обожженными анодами

+-----+	
N	Состояние электролизера Эффективность
п/п	у
уккрытий, Э ,	
n	
доли ед.	
+---+-----+-----+	
1.	Регламентированная обработка 0,75
2.	Анодный эффект и его ликвидация 0,75
3.	Выливка металла и технологические замеры 0,60
4.	Смена анода и технологическая обработка 0,60
5.	Работа с неисправным уккрытием 0,65
6.	Простой системы газоотсоса 0,00
7.	Работа с герметичным уккрытием 0,98
+-----+	

у у у у у у

Э = Э x T + Э x T + Э x T + Э x T + Э x T + Э x T +

1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6

у

+ Э x T .

7 7

Кроме того, в каждом состоянии оценивается время горения газа
в "огоньке".

Приложение 3

к расчетной инструкции (методике)
по определению состава и количества
вредных (загрязняющих) веществ,
выбрасываемых в атмосферный
воздух при электролитическом
производстве алюминия

Рекомендуемые значения эффективности улавливания
фторидов уккрытием

+-----+			
N Состояние электролизеров		Электро- Электро- Электро-	
п/п		лизеры с лизеры с лизеры с	
	самооб-	самооб-	предва-

```

| | | жигаю- | жигаю- |рительно|
| | | щимися | щимися |обожжен-|
| | |анодами |анодами | ными |
| | |с верх- |с боко- |анодами |
| | | ним | вым | |
| | |токопод-|токопод-| |
| | | водом | водом | |
| | +-----+-----+-----|
| | | Эффек- | Эффек- | Эффек- |
| | |тивность|тивность|тивность|
| | |улавли- |системы |укрытия,|
| | | вания, |газоот- |доли ед.|
| | |доли ед.| соса, | |
| | |доли ед.| | |
+---+-----+-----+-----+-----|
|1 |Регламентированная обработка | 0,35 | 0,8 | 0,75 |
|2 |Анодный эффект и его ликвидация | 0,35 | 0,8 | 0,75 |
|3 |Выливка металла, технологические | 0,60 | 0,9 | 0,60 |
| |замеры | | | |
|4 |Технологическая обработка | 0,35 | 0,8 | |
| | (для электролизеров с | | | 0,6 |
| | предварительно | 0,60 | 0,85 | 0,65 |
| | обожженными анодами + | | | |
| | смена анода) | 0,43 | | |
|5 |Работа с неисправным и | 0,43 | | |
| | ремонтируемым | | | |
| | газосборником (укрытием) | 0,10 | | |
|6 |Утечки газа через неплотности | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | ("дымки") | | | |
|7 |Обвалы корки ("огоньки") | 0,92 | 0,97 | 0,98 |
| | Ремонт пояса подвески колокола | | | |
|8 |Простой системы газоотсоса | | 0,8 | |
|9 |Работа с герметичным газосборником | | 0,9 | |
| | (укрытием) | | | |
|10 |Обслуживание анодного хозяйства | | | |
|11 |Загрузка анодной массы | | | |
+-----+

```

Для цехов, оборудованных электролизерами с самообжигающимися анодами с верхним токоподводом, при внедрении систем автоматизированного питания глиноземом исключается операция "Регламентированная обработка" (позиция 1).

Приложение 4
к расчетной инструкции (методике)
по определению состава и количества
вредных (загрязняющих) веществ,
выбрасываемых в атмосферный

воздух при электролитическом
производстве алюминия

Учет оседания пыли и ее составляющих на конструкциях
электролизного корпуса при расчете выбросов через
аэрационные фонари

При расчете количества пыли, выделяющейся в атмосферу корпуса
ак ак
электролиза (P), и ее составляющих (смолистых веществ - P ,
п см
ак ак
фтора - P , бенз(а)пирена - P) может быть учтено оседание их на
ф бп
конструкциях корпуса электролиза:

ако ак акос

$P = P - P$,

п п п

ако

где P - количество пыли, выделяющейся в атмосферу корпуса

п

электролиза, кг/т Al;

акос

P - количество пыли, осевшей на конструкциях корпуса

п

электролиза, кг/т Al.

Аналогично можно определить количество составляющих пыли -

ако ако ако

P , P , P .

см ф бп

Для уточнения количества осаждающейся пыли целесообразно
проводить его экспериментальное определение в конкретных условиях
организации.

С этой целью рекомендуется:

выбрать представительный участок электролизного корпуса,
отстоящий не менее чем на 50 м от торца корпуса и на такое же
расстояние от соединительного коридора;

изготовить пылесборники в виде поддонов из листового алюминия
шириной 0,5 м и длиной 1 м с отбортовками высотой 5 см для
размещения на горизонтальных поверхностях; для размещения на
вертикальных поверхностях пылесборник должен иметь такие отбортовки
с трех сторон (с верхней и с двух боковых), а снизу отбортовка
выполняется в виде сборного желоба;

развесить пылесборники на стенах выбранного участка корпуса
ориентировочно на середине высоты от напольных решеток до горловины
аэрационного фонаря - не менее 5 шт. на каждой стене на расстоянии
10 м друг от друга;

разместить не менее 10 пылесборников горизонтально на фермах в

горловине аэрационного фонаря таким образом, чтобы на каждой ферме располагалось по 2 пылесборника - каждый на расстоянии от края горловины, равном около 0,25 ширины горловины аэрационного фонаря; расположить пылесборники горизонтально на крыше аэрационного фонаря между фрамугами и ветровыми щитами не менее чем по 5 шт. на каждой стороне корпуса электролиза на расстоянии 10 м друг от друга; эти пылесборники необходимо располагать под навесами во избежание попадания в них атмосферных осадков.

Пылесборники размещают указанным выше образом сроком на 2-4 недели (срок тщательно регистрируется). Через две недели осуществляют контрольную проверку. Если в пылесборниках обнаруживают значимое количество пыли, их снимают, если пыли мало, оставляют еще на такой же срок. Из снятых пылесборников пыль количественно переносят в емкости, взвешивают, квартую и отбирают представительные пробы для анализа на твердые фториды, смолистые вещества и бенз(а)пирен.

Найденное количество определяемого компонента пересчитывают на площадь стен и строительных конструкций корпуса и учитывают при расчете выбросов по формуле:

S

акос сб констр 1

$P = G \times \frac{S_{\text{сб}}}{S_{\text{констр}}} \times t$,

п п S t

сб Q

Al

сб

где G - количество пыли, осажденной на пылесборниках за

п

период времени t, кг;

2

S - площадь пылесборников, м ;

сб

S - площадь поверхности осаждения стен и строительных

констр

2

конструкций электролизного корпуса, м ;

t

Q - выпуск алюминия исследуемым корпусом электролиза за

Al

период времени t, сут.

Приложение 5

к расчетной инструкции (методике)

по определению состава и количества

вредных (загрязняющих) веществ,

выбрасываемых в атмосферный

воздух при электролитическом
производстве алюминия

Схема расчета выбросов фтора корпусами
электролиза при сухой очистке газов

Приложение 6
к расчетной инструкции (методике)
по определению состава и количества
вредных (загрязняющих) веществ,
выбрасываемых в атмосферный
воздух при электролитическом
производстве алюминия

Расчет количества образующегося оксида углерода и количества
кислорода, участвующего в реакции окисления углерода на
электролизерах с самообжигающимися анодами с верхним
токоподводом

В соответствии с уравнением (65), если за x принять объемную
долю оксида углерода при сумме долей $\text{CO} + \text{CO}_2 = 1$,

$$\frac{3}{2} x \text{O}_2 + \frac{3}{2} x (1 - x) \text{C} = \frac{3}{2} x \text{CO} + \frac{3}{2} (1 - x) \text{CO}_2$$

$$\frac{3}{2} x \cdot 12 \text{ г} \cdot x \cdot 28$$
$$1,5 \cdot 32 \text{ кг} \cdot \frac{3}{2} x \cdot 28 \text{ кг} \cdot \frac{3}{2} (1 - x) \text{ кг}$$
$$2 - x \cdot 2 - x$$

о обр1
930 кг Д х Р , кг К , кг
с ам СО

Можно составить пропорцию:

$$\frac{3}{2} x \cdot 12 \text{ о}$$
$$1,5 \cdot 32 : 930 = \frac{3}{2} x : (\text{Д} \cdot \text{Р}), \text{ или}$$
$$2 - x \text{ с ам}$$

$$36 \text{ о}$$
$$48 : 930 = \frac{3}{2} x : (\text{Д} \cdot \text{Р}).$$
$$2 - x \text{ с ам}$$

Откуда следует:

$$\frac{36 \cdot 930}{48} = 697,5$$
$$2 - x = \frac{697,5}{\text{Д} \cdot \text{Р}}; x = 2 - \frac{697,5}{\text{Д} \cdot \text{Р}}$$
$$\text{о о о}$$
$$48 \cdot \text{Д} \cdot \text{Р} \cdot \text{Д} \cdot \text{Р} \cdot \text{Д} \cdot \text{Р}$$
$$\text{с ам с ам с ам}$$

В свою очередь из пропорции:

3 х X х 28 обр1

1,5 х 32 : 930 = ----- : K , или

2 - X CO

+ 697,5 +

3 х 28 х |2 - -----|

| о |

| Д х Р |

+ с ам+ обр1

48 : 930 = ----- : K

697,5 CO

2 - 2 + -----

о

Д х Р

с ам

следует:

обр о

$K = 4,67 \times (Д \times Р - 0,375 \times Р) .$

CO с ам о

о

При Д = 0,84:

с

обр

$K = 3,92 \times Р - 1,75 \times Р .$

CO ам о

Аналогично:

обр о

$K = 2,75 \times (Р - 1,33 \times Д \times Р) .$

CO о с ам

2

Соответственно, объем первичного образующегося оксида углерода:

обр1 22,4 о

$V = ---- \times 4,67 \times (Д \times Р - 0,375 \times Р) =$

CO 28 с ам о

о 3

$= 3,75 \times (Д \times Р - 0,375 \times Р) , \text{ нм } / \text{т Al} .$

с ам о

Масса кислорода воздуха, взаимодействующая с образованием оксида углерода:

в в ГК о

$(Р) : Р = (1 - Э) \times 0,54 \times Д \times Р .$

о о аг с ам

Суммарное количество кислорода, реагирующего с углеродом в подколольном пространстве, составит:

гк о

$$P = 930 + 0,54 \times (1 - \varepsilon) \times P \times D, \text{ кг/т Al.}$$

о аг ам с

Объем первично образующегося диоксида углерода:

обр1 22,4 о

$$V = \frac{P}{44} \times 2,75 \times (P - 1,33 \times D \times P) =$$

CO 44 о с ам

2

о 3

$$= 1,4 \times (P - 1,33 \times D \times P), \text{ нм /т Al.}$$

о с ам

Суммарный нормальный объем первично образующегося анодного газа:

н обр1 обр1 + 13,95+

$$V = V + V = \frac{1,53 \times P}{2} + \frac{13,95 \times P}{2} =$$

аг CO CO | ам о |

2 | Д |

+ с +

о 3

$$= 1,88 \times D \times P - 2,3 \text{ нм /т Al.}$$

с ам

о

При температуре электролита 962 С физический объем анодного газа:

ф 962 + 273 н н

$$V = \frac{962 + 273}{20 + 273} \times V = 4,22 \times V .$$

аг 20 + 273 аг аг

гк

При эффективности газосборного колокола Э в атмосферу

аг

гк ф 3

корпуса электролиза выделится $(1 - \varepsilon) - V$ м анодного газа.

аг аг

Освобождающийся объем заполняется воздухом, который нагревается до

о

500 С. В этом случае физический объем воздуха оказывается в 2,6 раза больше, чем натуральный.

Нормальный объем воздуха:

гк н

$$(1 - \varepsilon) \times 4,22 \times V$$

н а г а р г к н

$$V = \frac{V}{1 - \varepsilon} = (1 - \varepsilon) \times 1,623 \times V.$$

в 2,6 а г а г

Объем содержащегося в воздухе кислорода:

н н н г к н

$$V = 0,21 \times V; V = (1 - \varepsilon) \times 0,341 \times V.$$

о в о а г а г

Масса кислорода воздуха, поступающего под колокольный газосборник:

в г к 0,32 x 0,341 н г к н

$$P = (1 - \varepsilon) \times \frac{V}{22,4} \times V = (1 - \varepsilon) \times 0,49 \times V.$$

о а г 22,4 а г а г а г

При неблагоприятных условиях горения коэффициент избытка воздуха принимается равным 1,7.

Приложение 7

к расчетной инструкции (методике)
по определению состава и количества
вредных (загрязняющих) веществ,
выбрасываемых в атмосферный
воздух при электролитическом
производстве алюминия

Расчет количества кислорода воздуха, окисляющего углерод под
коркой электролита, и количества оксида углерода, образующегося
над коркой на электролизерах с самообжигающимися анодами с
боковым токоподводом

Из баланса анодного материала следует, что 9,4% углерода
окисляется воздухом.

Принимается, что половина этого количества взаимодействует под
коркой электролита и, в свою очередь, половина углерода под коркой
окисляется до CO. Количество кислорода, окисляющего углерод до CO
под коркой, составит:

$$0,094 \cdot 16 \cdot$$

$$\frac{P}{4} \times \frac{12}{16} = 0,0235 \times 1,333 \times P.$$

4 о а 12 о а

Количество кислорода, окисляющего углерод до CO, составит:

2

$$0,094 \cdot 32 \cdot$$

$$\frac{P}{4} \times \frac{12}{16} = 0,0235 \times 2,667 \times P.$$

4 о а 12 о а

Суммарное количество кислорода, реагирующего с углеродом под
коркой электролита, составит:

''

$$0,0235 \times 1,333 \times P + 0,0235 \times 2,667 \times P =$$

оа оа

''

$$= 0,0235 \times 4 \times P = 0,094 \times P .$$

оа оа

Всего количество кислорода, реагирующего под коркой,
составляет:

'

$$P = 930 + 0,094 \times P .$$

о оа

Количество оксида углерода, образующегося при взаимодействии
кислорода воздуха с углеродом над коркой, составляет:

' 28 '

$$0,0235 \times P \times \frac{28}{12} = 0,055 \times P .$$

оа 12 оа

Приложение 8

к расчетной инструкции (методике)
по определению состава и количества
вредных (загрязняющих) веществ,
выбрасываемых в атмосферный
воздух при электролитическом
производстве алюминия

Расчет количества образующегося оксида углерода и количества
кислорода, участвующего в реакции окисления углерода на
электролизерах с предварительно обожженными анодами

В соответствии с уравнением (65):

$$3 \text{ C} + \text{X} \text{ O}_2 \rightarrow (1 - \text{X}) \text{ CO} + \text{X} \text{ CO}_2$$

$$1,5 \times \text{O}_2 + \text{X} \text{ C} = \text{X} \text{ CO} + \text{X} \text{ CO}_2$$

$$2 - \text{X} \text{ O}_2 - \text{X} \text{ O}_2 - \text{X} \text{ O}_2$$

$$3 \times 12 \text{ C} + \text{X} \times 28$$

$$1,5 \times 32 \text{ кг O}_2 - \text{X} \text{ кг O}_2 - \text{X} \text{ кг O}_2$$

$$2 - \text{X} \text{ O}_2 - \text{X}$$

о 1 обр

P , кг Д х P , кг К , кг

о C оа CO

Можно составить пропорцию:

$$3 \times 12 \text{ о 1}$$

$$1,5 \times 32 : P = \text{X} : (\text{Д} \times P) , \text{ или}$$

$$\text{о 2 - X C оа}$$

36 о 1

48 : P = ----- : (Д х Р),

о 2 - X C oa

из которой следует:

36 х Р 0,75 х Р 0,75 х Р

о о о

2 - X = ----- = -----; X = 2 - -----.

о 1 о 1 о 1

48 х Д х Р Д х Р Д х Р

C oa C oa C oa

Из пропорции:

3 х X х 28 обр

1,5 х 32 : P = ----- : K , или

о 2 - X CO

+ 0,75 х Р +

| о|

3 х 28 х |2 - -----|

| о 1 |

| Д х Р |

+ C oa + обр

48 : P = ----- : K

о 0,75 х Р CO

о

2 - 2 + -----

о 1

Д х Р

C oa

следует:

Р

обр о 1 о

K = 4,67 х Д х Р - 0,375 х --; или

CO C oa о

Д

С

обр о 1

K = 4,67 х Д х Р - 1,75 х Р ,

CO C oa о

где X - объемная доля оксида углерода при сумме долей

CO и CO = 100

2

Приложение 9

к расчетной инструкции (методике)

по определению состава и количества
вредных (загрязняющих) веществ,
выбрасываемых в атмосферный
воздух при электролитическом
производстве алюминия

Рекомендуемые значения эффективности улавливания
анодных газов газосборным колоколом

+-----+	
N	Состояние электролизеров Эффективность
п/п	улавливания анодных
аг	
газов (Э),	
n	
доли ед.	
+----+-----+-----	
1	Регламентированная обработка 0,60
2	Анодный эффект и его ликвидация 0,80
3	Выливка металла, технологические замеры 0,85
4	Технологическая обработка 0,50
5	Работа с неисправным и ремонтируемым 0,60
газосборником	
6	Утечки газа через неплотности ("дымки") 0,85
7	Обвалы корки ("огоньки") 0,85
8	Ремонт пояса подвески колокола 0,10
9	Простой системы газоотсоса 0,00
10	Работа с герметичным газосборником 0,98
+----+-----+-----	
	Итого: кг
Э	
аг	
+-----+	

При внедрении систем автоматизированного питания глиноземом
исключается операция "Регламентированная обработка" (позиция 1
таблицы).

Приложение 10

к расчетной инструкции (методике)
по определению состава и количества
вредных (загрязняющих) веществ,
выбрасываемых в атмосферный
воздух при электролитическом
производстве алюминия

Эффективность системы газоотсоса и эффективность дожигания
оксида углерода в "огоньках" при различных

состояниях электролизера

```
+-----+
| N | | Доля | Доля |Эффекти- | Доля |
|п/п| Состояние | продолжи-| времени | вность |неокислив-|
| | электролизера | тельности| горения |системы |шегося СО,|
| | | каждого |"огонька",|газоот- | дп |
| | |состояния,| п | у |Э , |
| | |доли ед., | Э , |соса, Э | СО |
| | |Т | ог | п |доли ед. |
| | |п |доли ед. |доли ед. | |
+---+-----+-----+-----+-----+
| | | | 1 | | |
|1 |Регламентированная| Т | Э | 0,80 | 0,50 |
| |обработка | 1 | ог | | |
+---+-----+-----+-----+-----+
| | | | 2 | | |
|2 |Анодный эффект и | Т | Э | 0,80 | 0,50 |
| |его ликвидация | 2 | ог | | |
+---+-----+-----+-----+-----+
| | | | 3 | | |
|3 |Выливка металла и | Т | Э | 0,90 | 1,00 |
| |технологические | 3 | ог | | |
| |замеры | | | |
+---+-----+-----+-----+-----+
| | | | 4 | | |
|4 |Технологическая | Т | Э | 0,80 | 0,50 |
| |обработка | 4 | ог | | |
+---+-----+-----+-----+-----+
| | | | 5 | | |
|5 |Обслуживание | Т | Э | 0,80 | 1,00 |
| |анодного хозяйства| 5 | ог | | |
+---+-----+-----+-----+-----+
| | | | 6 | | |
|6 |Загрузка анодной | Т | Э | 0,90 | 1,00 |
| |массы | 6 | ог | | |
+---+-----+-----+-----+-----+
| | | | 7 | | |
|7 |Работа с | Т | Э | 0,97 | 1,00 |
| |герметичным | 7 | ог | | |
| |укрытием | | | |
+---+-----+-----+-----+-----+
| | | | 8 | | |
|8 |Работа с | Т | Э | 0,85 | 1,00 |
| |неисправным | 8 | ог |0,65(КАЗ)| |
| |укрытием | | | |
+---+-----+-----+-----+-----+
| | | | 9 | | |
|9 |Простой системы | Т | Э | 0,00 | 1,00 |
```

газоотсоса 9 ог
+---+-----+-----+-----+-----+-----+-----
у
Итого: 1,00 Э
+-----+

Приложение 11

к расчетной инструкции (методике)
по определению состава и количества
вредных (загрязняющих) веществ,
выбрасываемых в атмосферный
воздух при электролитическом
производстве алюминия

Эффективность системы газоотсоса и эффективность дожигания
оксида углерода в "огоньках" при различных состояниях
электролизера

+-----+
N Доля Доля Эффекти- Доля
п/п Состояние продолжи- времени вность неокислив-
электролизера тельности горения системы шегося СО,
каждого "огонька", газоот- д
состояния, п у Э ,
Т , Э , соса, Э СО
n ог п доли ед.
доли ед. доли ед. доли ед.
+---+-----+-----+-----+-----+-----+-----
1
1 Регламентированная Т Э 0,75 0,50
обработка 1 ог
+---+-----+-----+-----+-----+-----+-----
2
2 Анодный эффект Т Э 0,75 0,50
и его 2 ог
ликвидация
+---+-----+-----+-----+-----+-----+-----
3
3 Выливка металла и Т Э 0,60 1,00
технологические 3 ог
замеры
+---+-----+-----+-----+-----+-----+-----
4
4 Смена анода и Т Э 0,60 0,50
технологическая 4 ог
обработка
+---+-----+-----+-----+-----+-----+-----
5

5	Работа с Т Э	0,65	1,00
	неисправным	5	ог
	укрытием		
6			
6	Простой системы Т Э	0,00	1,00
	газоотсоса	6	ог
7			
7	Работа с Т Э	0,98	1,00
	герметичным	7	ог
	укрытием		

Приложение 12

к расчетной инструкции (методике)
по определению состава и количества
вредных (загрязняющих) веществ,
выбрасываемых в атмосферный
воздух при электролитическом
производстве алюминия

Количество смолистых веществ, выделяющихся под колокольный
газосборник, для электролизеров с самообжигающимися анодами с
верхним токоподводом

і
Тип электролизера Р , кг/т Al
см
Для рядовой анодной массы:

С-2 9
С-3 11
С-8Б 12,2
С-8БМ 11,2

Для технологии "полусухого" анода:

С-2 5,4
С-3 6,6
С-8Б 7,32
С-8БМ 6,72

Приложение 12

к расчетной инструкции (методике)
по определению состава и количества
вредных (загрязняющих) веществ,
выбрасываемых в атмосферный
воздух при электролитическом

производстве алюминия

Зависимость коэффициента эффективности дожигания смолистых веществ, в том числе бенз(а)пирена, от температуры в горелке электролизеров с самообжигающимися анодами с верхним токоподводом

Приложение 13

к расчетной инструкции (методике)
по определению состава и количества
вредных (загрязняющих) веществ,
выбрасываемых в атмосферный
воздух при электролитическом
производстве алюминия

Зависимость количества смолистых веществ, выделяющихся через боковые грани анода (в долях от расхода анодной массы), от коэффициента текучести анодной массы при использовании пека с температурой размягчения

Приложение 14

к расчетной инструкции (методике)
по определению состава и количества
вредных (загрязняющих) веществ,
выбрасываемых в атмосферный
воздух при электролитическом
производстве алюминия

Оперативная оценка герметизации электролизеров с самообжигающимися анодами с верхним токоподводом

Каждый электролизер осматривается от стены и со среднего прохода корпуса электролиза. При этом фиксируются технологические операции, вызвавшие разгерметизацию электролизеров, факторы состояния электролизеров специальными кодами в соответствии с контролируемыми показателями (таблица 1). На одном электролизере фиксируется одно наихудшее нарушение с точки зрения загрязнения атмосферного воздуха соединениями (анодными газами).

Таблица 1

Степень разгерметизации электролизеров в различных состояниях

+-----+

N	Состояние электролизеров	Индекс	Степень
п/п	состояния	разгерме-	
	тизации		
	электро-		
	лизера,		

№	Наименование работ	Единица измерения	Количество	Стоимость, руб.
1.	Регламентированная обработка	"1"	0,65	
2.	Анодный эффект и его ликвидация	"2"	0,65	
3.	Выливка металла, технологические замеры	"3"	0,40	
4.	Технологическая обработка	"4"	0,65	
5.	Работа с неисправным и ремонтируемым газосборником (укрытием)	"5"	0,40	
6.	Утечки газа через неплотности ("дымки")	"6"	0,57	
7.	Обвалы корки ("огоньки")	"7"	0,57	
8.	Ремонт пояса подвески колокола	"8"	0,90	
9.	Простой системы газоотсоса	"9"	1,00	
10.	Работа с герметичным газосборником (укрытием)	"10"	0,08	

На основании полученных результатов производится расчет показателей герметичности (КПД колокола).
Общий процент негерметичных электролизеров определяется как

$$\frac{(N_1 + N_2 + N_3 + N_4 + N_5 + N_6 + N_7 + N_8 + N_9 + N_{10})}{N} \times 100\%$$

В

где В - количество электролизеров (без учета пусковых ванн)
КПД колокола:

$$\{ N_1 \times 0,65 + N_2 \times 0,4 + N_3 \times 0,57 + N_4 \times 0,65 + N_5 \times 0,40 + N_6 \times 0,57 + N_7 \times 0,57 + N_8 \times 0,90 + N_9 \times 1,00 + N_{10} \times 0,08 \} \times 100\%$$

В

$$+ N_8 \times 0,9 + N_9 \times 1,0 + N_{10} \times 0,08 \} \times 100\%$$

В