

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КУРГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Экология и безопасность жизнедеятельности»

**РАСЧЕТ ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРУ
ОТ ОКРАСОЧНОГО И СВАРОЧНОГО
ОБОРУДОВАНИЯ**

Методические указания к выполнению
практических занятий
для студентов специальностей
120100, 120200, 120500, 150100,
150200, 150300, 220400, 230100, 240400,
210200, 072000, 330100, 030500

Курган 2004

Кафедра «Экология и безопасность жизнедеятельности»

Дисциплина: «Источники загрязнения среды обитания»,
« Экология »

Составили: доцент, канд. техн. наук Микуров А.И.
ст. преподаватель, канд. техн. наук Герасимова О.В.
ст. преподаватель Попадчук С.Б.

Работа выполнена при равноценном участии авторов.

Утверждены на заседании кафедры 21 мая 2004 г.

Рекомендованы методическим советом университета
« » _____ 2004 г.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ И ПОРЯДОК ОФОРМЛЕНИЯ РАСЧЕТОВ

При изучении курса “Источники загрязнения среды обитания” и «Экология» будущие специалисты в области безопасности жизнедеятельности на основании знаний о протекании технологических процессов производства материальных ценностей определяют загрязнение среды обитания. В ходе выполнения практических занятий они изучают основные методики определения влияния технологических процессов на отдельные компоненты среды обитания, а также методы анализа и оценки состояния атмосферы, водных объектов и почвы.

Целью практических заданий данных методических указаний является подготовка у будущего инженера основ расчета массовых выбросов от различного оборудования для прогнозирования воздействия производственных мощностей на окружающую среду. В ходе выполнения настоящей работы студенты приобретают навыки оценки производства (участка) как источника загрязнения атмосферы.

Данные методические указания базируются на методике расчета выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферу при нанесении лакокрасочных материалов (по величинам удельных выделений), содержат задания к практическим занятиям и рекомендации к их выполнению, список рекомендованной литературы, а также сведения об удельных единицах образования загрязняющих веществ при различных методах окраски деталей и сварки материалов.

Практическое задание выполняется по варианту, номер которого определяется номером позиции фамилии студента в экзаменационной ведомости.

Решение задач и ответ на вопрос должны сопровождаться ссылками на литературные источники, описаниями (рисунками) схем окраски и сварки, а также гистограммами валовых выбросов загрязняющих веществ от производства.

Практическое задание выполняется на листах формата А4 (210x297 мм).

Задача 1 Расчет выбросов от окрасочного оборудования

Задание. Привести характеристику заданных лакокрасочных материалов. Расчетным путем определить валовые и максимально разовый выбросы загрязняющих веществ от окрасочного участка. Коэффициент эффективности пылеулавливающего оборудования принять равным 0,8, исправная работа которого составляла 200 дней в году. Расчетное количество рабочих дней в году принимается по пятидневной рабочей неделе предыдущего года. Интенсивность окрасочных работ считать равномерной в течение года. Для четных вариантов считать проведение окраски и сушки в одном помещении, для нечетных – в различных помещениях. Удельные показатели выбросов для различных видов лакокрасочных материалов приведены в приложении А [1].

Исходные данные для проведения расчетов приведены в таблице 1.1.

Методические основы для решения задачи

В процессе решения задачи будут определяться выбросы загрязняющих веществ в атмосферу только при нанесении лакокрасочных материалов и в процессе сушки лакокрасочных покрытий (по величинам удельных выделений), не рассматривая процессы подготовки поверхностей и приготовления рабочих составов лакокрасочных материалов.

Лакокрасочные материалы представляют собой смесь пленкообразующих веществ, растворителей (разбавителей), пигментов и различных добавок (пластификаторов, отвердителей и др.). Широко используются лаки и эмали на конденсационных смолах, тертые краски, эфиоцеллюлозные лаки и эмали, водоземulsionные краски, олифы, спиртовые лаки. В воздух пленкообразующие вещества попадают в составе лакокрасочного аэрозоля. В их составе содержатся токсичные вещества, такие как стирол, фенол, формальдегид и др.

Краска - жидкий или порошкообразный продукт, содержащий пигменты, которые после нанесения на поверхность образуют непрозрачную пленку, обладающую защитными, декоративными или специальными техническими свойствами.

Лак - продукт, который после нанесения на поверхность образует твердую прозрачную пленку, обладающую защитными, декоративными или специальными техническими свойствами.

Растворитель для лакокрасочного материала - жидкость одно- или многокомпонентная, летучая в условиях сушки, в которой

пленкообразующие полностью растворяется.

Шпатлевка - продукт пастообразной или жидкой консистенции, применяемый для устранения небольших дефектов поверхности перед окраской.

Пигменты – сухие красящие вещества неорганического (титан, цинк, свинец, хром и др.) и органического происхождения (монстроль, азопигменты и др.). Наиболее вредным пигментом является свинец и его неорганические соединения, которые в смеси с хромовыми соединениями входят в состав всех цветных пигментов. В воздух свинец и его соединения поступают в виде аэрозоля.

Для обозначения одного лакокрасочного материала употребляется 5—6 индексов. Вначале ставится индекс, который определяет вид лакокрасочного материала и обозначается полным словом: грунтовка, шпатлевка, эмаль, лак и т.д. Затем идут буквенные обозначения, определяющие состав пленкообразующего вещества лакокрасочного материала.

Приняты следующие буквенные обозначения: пентафталевые — ПФ; глифталевые — ГФ; меламиналкидные — МЛ; мочевиновые — МЧ; фенольные — ФЛ; эпоксидные — ЭП; алкидно- и масляно-стирольные — МС; полиэфирные ненасыщенные — ПЭ; полиуретановые — УР; кремнийорганические — КО; полиакриловые — АК; акриловые сополимеры — АС; поливинилбутиральные — ВЛ; битумные — БТ; масляные густотертые и готовые к употреблению — МА; нитроцеллюлозные — НЦ. После этого индекса через тире следуют цифры, определяющие назначение лакокрасочного материала, порядковый номер, который обозначается одной, двумя или тремя цифрами. Первая цифра индекса указывает, для защиты в каких условиях предназначен данный материал: 1 — атмосферостойкие; 2 — ограниченно атмосферостойкие; 4 — водостойкие; 5 — специальные; 6 — маслостойкие; 7 — химически стойкие; 8 — термостойкие; 9 — электроизоляционные.

Часто для эмалей вводится также индекс, определяющий их цвет, который обозначается полностью словами, а иногда еще добавляется и порядковый номер оттенка.

Для обозначения грунтовок после буквенного индекса через тире ставят «0», а для обозначения шпатлевок «00».

Примеры обозначений

- Грунтовка ФЛ-03К — грунтовка на основе фенольной смолы, № 3, красная.

- Грунтовка ВЛ-02 — грунтовка на основе поливинилбутирала, № 2.
- Шпатлевка ПФ-002 — шпатлевка на основе пентафталевой смолы, № 2.
- Шпатлевка ЭП-00-10 — шпатлевка эпоксидная, № 10.
- Эмаль МЛ-12-70 — светло-дымчатая — эмаль на основе меламиналкидных смол для атмосферостойких покрытий.
- Эмаль НЦ-11 — фисташковая — эмаль на основе нитроцеллюлозы для атмосферостойких покрытий.

При нанесении лакокрасочных покрытий на изделия применяют ряд способов: ручную окраску (кистями, валиками); ручную механизированную окраску распылением (пневматическим, безвоздушным, в электрическом поле высокого напряжения); автоматизированную окраску (обливом, окунанием, электроосаждением и др.).

Расчет выделения загрязняющих веществ на окрасочном участке следует вести отдельно для пигмента краски и для растворителей.

На окрасочных участках проводится как подготовительная работа (приготовление краски и поверхности для окраски), так и само нанесение краски и сушка. Окраска и сушка осуществляется как в специальных камерах, так и просто в помещении окрасочного участка. В процессе выполнения этих работ выделяются загрязняющие вещества, как в виде паров растворителя, так и в виде аэрозоля краски. Количество выделяемых загрязняющих веществ зависит от применяемых окрасочных материалов, методов окраски и эффективности работы очистных устройств (гидрофильтров).

Так как нанесение шпатлевки осуществляется вручную, практически в это время в атмосферный воздух аэрозоль не выделяется. Наличие растворителей в шпатлевке настолько незначительно, что учитывать это отдельно нецелесообразно. Поэтому в расчет расхода растворителя при окраске и сушке входит и это количество.

Валовый выброс паров растворителей, если окраска и сушка проводится в одном помещении, рассчитывается по формуле: т,

$$M_p^i = (m_1 \cdot f_{rip} + m \cdot f_2 \cdot f_{rik} \cdot 10^{-2}) \cdot 10^{-5} \quad (1)$$

где m – количество израсходованной краски кг в год;

m_1 – количество растворителей, израсходованных за год, кг;

f_2 – доля испаряющейся части краски, в % (таблица 1 приложения А);

f_{rip} , f_{rik} – количество различных летучих загрязняющих веществ в растворителях или различных летучих загрязняющих веществ,

входящих в состав краски (грунтовки, шпаклевки),% (таблица 1, графа «Содержание компонента в летучей части ЛКМ» приложения А).

Валовый выброс загрязняющего вещества, содержащегося в данном растворителе (краске), следует считать по данной формуле для каждого вещества отдельно.

При проведении окраски и сушки в различных помещениях валовые выбросы растворителя подсчитываются по формулам, кг/год для окрасочного помещения

$$M_{рх}^{iокр} = M_p^i \cdot \delta_p^i \cdot 10^{-2} \quad (2)$$

для помещения сушки

$$M_p^{iсуш} = M_p^i \cdot \delta_p^{ii} \cdot 10^{-2} \quad (3)$$

где $M_{рх}^{iокр}$, $M_p^{iсуш}$ - масса израсходованного при окраске и сушке растворителя, кг;

δ_p^i , δ_p^{ii} - доли растворителя, выделяющиеся при окраске (таблица 1.1) и сушке ($\delta_p^{ii} = 100 - \delta_p^i$), %.

Валовой выброс неиспаряющейся части краски определяем в зависимости от окраски различными способами по формуле, кг/год,

$$M_k = m f_1 \delta_k \cdot 10^{-4} \quad (4)$$

где f_1 – количество неиспаряющейся краски, (сухой остаток); в %, определяемый по формуле

$$f_1 = 100 - f_2 ; \quad (5)$$

δ_k – доля краски, потерянной в виде аэрозоля при различных способах окраски, % (таблица 1.1).

Общая сумма валового выброса однотипных компонентов определяется по формуле, г/с

$$G_{ок}^i = \frac{P' \cdot 10^3}{3600 \cdot n \cdot t} \quad (6)$$

где t – число рабочих часов в день в наиболее напряженный месяц, час;
 n – число дней работы участка в этом месяце;

P' – валовый выброс аэрозоля краски и отдельных компонентов, растворителей за месяц, рассчитанный по формулам (1 - 5). При этом принимается m – масса растворителя, израсходованного за самый напряженный месяц.

При наличии работающих устройств для улавливания загрязняющих веществ, выделяющихся при окраске и сушке, масса уловленных загрязняющих веществ (кг/год) определяется по формуле, кг

$$I' = \frac{M^i A \eta}{100}, \quad (7)$$

где M^i – масса выделившегося i -го загрязняющего компонента в ходе производства (окраски, сушки), т.е. рассчитанная по формулам (1 - 5) за год;

A – коэффициент, учитывающий исправную работу очистных устройств;

η - эффективность данной очистной установки по паспортным данным.

Коэффициент A рассчитывается по формуле:

$$A = N / N_1, \quad (8)$$

где N – количество дней исправной работы очистных устройств за год;

N_1 – количество дней работы окрасочного участка в год.

Валовый выброс загрязняющих веществ, попадающих в атмосферный воздух, при наличии окраски и сушки будет определяться по каждому компоненту по формуле, кг/год

$$M_{yi}^{oc} = M^i - I^i. \quad (9)$$

Таблица 1.1 - Доля выделения загрязняющих воздух веществ (%) при окраске и сушке

Способ окраски	Выделение вредных компонентов		
	доля краски (%) потерянной в виде аэрозоля (δ_k)	доля растворителя (%) выделяющегося при окраске (δ_p^i)	доля растворителя (%) выделяющегося при сушке (δ_p^{ii})
1 Распыление			
- пневматическое	30	25	75
- безвоздушное	2,5	23	77
- пневмоэлектрическое	3,5	20	80
- электрическое	0,3	50	50
- гидроэлектростатическое	1,0	25	75
2 Окувание	–	28	72

Максимально разовый выброс загрязняющих веществ при наличии очистных устройств определяется по формуле, г/с

$$G_{ok}^i = \frac{(P^i - B^i)10^3}{3600 \cdot n \cdot t} \quad (10)$$

при этом B^i определяется по формуле, кг/месяц

$$B^i = P^i A \eta \cdot 10^{-2} \quad (11)$$

где P^i – определяется по формулам (1 - 4) для каждого компонента отдельно. При этом принимается, что m – масса краски и m^i – масса растворителя, израсходованных за самый напряженный месяц.

Таблица 1.2 – Исходные данные для расчета к заданию

№ варианта	Способ окраски	Краска		Растворитель	
		марка	расход, т/год	марка	расход, т/год
1	2	3	4	5	6
1.	1	МС-17 ФЛ-03К	15 10	Уайт-спирит	10
2.	2	МЛ-152 НЦ-11	8 4	648	7
3.	3	МЛ-197 МЛ-12	12 8	647	8
4.	4	ФЛ-03К МЛ-152	8 16	646	4
5.	5	МЛ-197 ГФ-017	5 2	649	8
6.	1	МЛ-242 МЛ-029	12 9	648	7
7.	2	ВЛ-023 НЦ-25	10 10	Р-4	7
8.	3	ВЛ-2 МЧ-240	14 15	647	8
9.	4	ПФ-002 МЛ-12	7 13	Уайт-спирит	4
10.	5	ГФ-021 ФЛ-086 МЛ-279	3 5 5	Уайт-спирит	3
11.	1	НЦ-173 НЦ-66	7 15	Р-5	7

Окончание таблицы 1.2

1	2	3	4	5	6
12.	2	ГФ-0163 АС-182	8 15	649	4
13.	3	МЛ-629 МЛ-1156	10 20	Р-5А	7
14.	4	МЛ-283 НЦ-25	12 25	648	8
15.	5	ГФ-031 ФЛ-087 ГФ-92ГС	4 8 10	649	7
16.	1	НЦ-008 НЦ-257	8 5	647	12
17.	2	ПФ-002 ПФ-188 МЛ-165	4 5 7	650	6
18.	3	ХС-010 НЦ-132П	4 8	645	4
19.	4	ГФ-92 ПЭ-220	7 12	Р-3160	5
20.	5	ПФ-1105 АК-194	4 10	Р-189	3
21.	1	ПФ-020 ПФ-1189 ПФ-1126	3 4 8	648	7
22.	2	НЦ-0135 НЦ-1125	5 15	Р-40	5
23.	3	НЦ-0140 ЭП-148	17 4	Р-5А	7
24.	4	НЦ-0205 ХВ-16	17 4	Р-4А	4
25.	5	АК-070 АК-1102	5 8	Р-6	7
26.	1	НЦ-173 НЦ-132П	7 5	Р-7	15
27.	3	ПФ-167 КО-83	7 12	646	12
28.	2	ПФ-115 ЭП-255	9 18	Р-10	14

Окончание таблицы 1.2

29.	1	ПФ-218ГС ГФ-820	12 16	P-12	16
30.	3	МЧ-0054 ЭП-51	25 11	P-60	18
<p><i>Примечание:</i> обозначение способов окраски: 1 - распыление пневматическое, 2- распыление безвоздушное, 3 - распыление пневмоэлектрическое, 4 - распыление электростатическое, 5 - распыление гидроэлектростатическое</p>					

Для расчета загрязняющих веществ, выделяющихся на окрасочном участке, необходимо произвести следующие операции:

- 1 Определить по приложению А процентный состав лакокрасочных материалов.
- 2 По заданному способу окраски и годовому расходу краски, растворителей и шпатлевки определить валовое выделение аэрозоля краски и паров растворителей (1-6).
- 3 Определить валовый и максимально разовый выбросы загрязняющих веществ (9,10).

Задача 2 Расчет выбросов от сварочного оборудования

Задание. Привести характеристику (схему) заданных технологий сварки и сварочных материалов. Расчетным путем определить валовые и максимально разовый выбросы загрязняющих веществ от сварочного участка. Эффективность работы местного отсоса или укрытия i –го технологического агрегата ϕ принять равным 0,8. Расчетное количество рабочих дней в году принимается по пятидневной рабочей неделе предыдущего года. Коэффициент загрузки оборудования K_z принять равным 0,6. Интенсивность сварочных работ считать равномерной в течение года. Удельные показатели выбросов для различных видов сварочных материалов приведены в приложении Б [2].

Исходные данные для проведения расчетов приведены в таблице 2.1.

Методические основы для решения задачи

В процессе решения задачи будут определяться выбросы загрязняющих веществ в атмосферу только при производстве сварочных процессов (по величинам удельных выделений), не рассматривая процессы механической обработки свариваемых поверхностей.

Процессы сварки подразделяются на ручную дуговую сварку штучными электродами, полуавтоматическую и автоматическую сварку под флюсом, дуговую сварку в защитных средах, электрошлаковую сварку, контактную сварку (точечная, рельефная, шовная), электронно-лучевую сварку, газовую сварку, кислородную, кислородно-флюсовую резку, лазерную сварку и др.

Разнообразные, в том числе весьма вредные для здоровья человека загрязняющие вещества поступают *в атмосферу* при процессах сварки и пайки. При выполнении сварочных работ атмосферный воздух загрязняется сварочным аэрозолем, в составе которого в зависимости от вида сварки, марок электродов и флюса находятся вредные оксиды металлов (железа, марганца, хрома, ванадия, вольфрама, алюминия, титана, цинка, меди, никеля и др.) и газообразных веществ (фтористые соединения, оксидов азота, углерода и озон). Сварочный аэрозоль по характеру образования относится к аэрозольным конденсационным и представляет собой дисперсную систему, в которой дисперсной фазой являются мелкие частицы твердого вещества и дисперсионной средой – газ или смесь газов.

Сварочный аэрозоль представляют собой сложные газо-аэрозольные смеси химических веществ, выделяющихся при дуговых, плазменных и других высокотемпературных газопламенных способах сварки, наплавки, резки и напыления металлов.

Дисперсная фаза или же твердая составляющая сварочного аэрозоля (ТССА) состоит из мельчайших частиц перенасыщенных паров металлов и других веществ, входящих в состав сварочных, присадочных, напыляемых материалов и основного металла, которые конденсируются за пределами зоны высокотемпературного нагрева.

Газовая составляющая сварочного аэрозоля (ГССА) представляет собой смесь газов, образующихся при термической диссоциации газошлакообразующих компонентов этих материалов (СО, СО₂, HF и др.) или же за счет фотохимического действия ультрафиолетового излучения дугового разряда (плазмы) на молекулы газов духа (NO, NO₂, O₃).

Химический состав сварочного аэрозоля зависит от состава сварочных, присадочных, напыляемых материалов (электроды, проволоки, ленты, флюсы, порошки и др.), состава основного (свариваемого, направляемого либо разрезаемого) металла, режимов сварки, наплавки, резки, напыления, состава защитных газов и газовых смесей. По данным современных физико-химических исследований (рентгеноструктурного, спектрального и др. методов анализа) ТССА

представляет собой сложную смесь металлов, простых и сложных оксидов металлов и шпинелей $MnFe_2O_4$, $CaFe_2O_4$, $(Fe, Mn)O$, Fe_2O_3 , $K_2Cr_2O_7$, Fe_3O_4 , и др.), фторидов (NaF , KF , K_3FeF_6 , K_2SiF_6 , CaF_2 и др.), силикатов ($CaSiO_3$, $-Si-O-Si-O-Si-$, $Fe_2[SiO_4]$, $Mn_2[SiO_4]$ и др.). Частицы ТССА — полидисперсны, имеют размеры от тысячных долей мкм до 0,4—0,6 мкм и более, неоднородное морфологическое строение (многослойны, многоядерны). Газы ГССА (фтористый водород, диоксид азота, оксид углерода) способны адсорбироваться на поверхности твердых частиц, захватываться внутрь их скоплений. При этом локальные концентрации газов, адсорбированных на частицах ТССА, могут существенно превышать их концентрации непосредственно в ГССА.

Интенсивность выделения загрязняющихся веществ определяется параметрами технологического процесса.

Количество образующихся при сварке пыли и газов принято характеризовать удельными выделениями, отнесенными к 1 кг расходуемых материалов. Образующийся при сварке и резке аэрозоль характеризуется очень мелкой дисперсностью — более 90% (по массе) частиц, скорость витания частиц менее 0,1 м/с.

Количество загрязняющих веществ, выделяющихся при сварке или наплавке под флюсами, принято характеризовать валовыми выделениями, отнесенными к 1 кг расходуемых сварочных материалов [2].

Валовый выброс загрязняющих веществ в процессах сварки, наплавки, напыления и металлизации определяют по формуле, кг/год

$$M_{b_i} = K_m^x \cdot B \cdot 10^{-3} (1 - \eta) \quad (12)$$

где B — массовый расход применяемых сырья и материалов, т/ч (таблица 2.1);

K_m^x — удельный показатель выделения конкретного загрязняющего вещества «х» на единицу массы расходуемых материалов и сырья, г/кг (таблица 2 приложения Б);

ϕ — эффективность работы местного отсоса или укрытия i —го технологического агрегата (в долях единицы);

η — степень очистки воздуха в применяемом аппарате, которым снабжена группа технологических агрегатов (в долях единицы).

Максимально разовый выброс определяется по формуле, г/с

$$G_{ok}^i = \frac{K_m^x \cdot \epsilon}{3600 \cdot t} \quad (13)$$

где ϵ — максимальный расход применяемых сырья и материалов, расходуемых в течение рабочего дня, кг;

t — время, затрачиваемое на сварку в течение рабочего дня, час.

Таблица 2.1 – Исходные данные для расчета к заданию

№ вар	Вид сварки	Марка сварочного материала	Годовой расход материала, т
1	2	3	4
1	Наплавка порошковой проволокой	ПП-АН-8	14,0
	В среде углекислого газа электродной проволокой	Св-0,7 ГС	5,0
2	Полуавтоматическая сварка стали в среде CO_2	Св-16Х16Н25М6	17,0
	Ручная дуговая сварка сталей штучными электродами	ОЗС-4	8,0
3	Ручная дуговая сварка чугуна	ПАНЧ-12	3,0
	Ручная дуговая сварка штучными электродами	АНО-17	15,0
4	Ручная дуговая сварка штучными электродами	АНО-9	10
	Ручная дуговая сварка штучными электродами	УОНИ-13/55	8,0
5	Ручная дуговая сварка штучными электродами	ЭА-395/9	7,0
	Ручная дуговая сварка штучными электродами	ЦМ-7	12,0
6	Ручная дуговая сварка штучными электродами	ОЗЛ-17У	11,0
	Ручная дуговая наплавка сталей	НР-70	17,0
7	Полуавтоматическая сварка в CO_2 порошковой проволокой	ПП-АН-9	12,0
	Ручная дуговая сварка чугуна	ОЗЧ-1	10,0
8	Сварка сталей в среде CO_2 активированной проволокой	АП-АН-2	9,0
	Сварка сталей порошковой проволокой без защиты	ЦП-ДСК-1	10,0

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4
9	Ручная дуговая сварка штучными электродами	АНО-3	14,0
	Ручная дуговая сварка чугуна	ОЗЧ-2	12,0
10	Полуавтоматическая сварка стали в CO ₂	Св-10Г2Н2СМТ	15,0
	Ручная дуговая сварка сталей штучными электродами	ЭА-400/10У	14,0
11	Ручная дуговая сварка сталей штучными электродами	ОЗЛ-7	15,0
	Ручная дуговая сварка сталей штучными электродами	НИИАТ—3Н	13,0
12	Ручная дуговая сварка сталей штучными электродами	ВСН-6	19,0
	Ручная дуговая наплавка сталей	УОНИ-13/НЖ	17,0
13	Ручная дуговая сварка сталей штучными электродами	МР – 4	14,0
	Ручная дуговая сварка сталей штучными электродами	АНО-6	16,0
14	Ручная дуговая наплавка сталей	ОЗН-300	18,0
	Ручная дуговая сварка чугуна	Т-590	19,0
15	Полуавтоматическая сварка стали в CO ₂ проволокой	Св-08Х19ЮФ2С3	14,0
	Ручная дуговая сварка сталей штучными электродами	АНО-5	4,0
16	Полуавтоматическая сварка в CO ₂ электродной проволокой	Св-854	10,0
	Ручная дуговая сварка сталей штучными электродами	АНО-4	19,0
17	Ручная дуговая сварка сталей штучными электродами	ОЗС-12	18,0
	Ручная дуговая сварка сталей штучными электродами	ЦМ-6	15,0
18	Ручная дуговая сварка сталей штучными электродами	ЦЛ-17	16,0
	Полуавтоматическая сварка сталей без защиты порошковой проволокой	ПП-АН-1	16,0

1	2	3	4
19	Ручная дуговая сварка сталей штучными электродами	ВСН-6	17,0
	Полуавтоматическая сварка в CO ₂ порошковой проволокой	ПП-АН-11	15,0
20	Ручная дуговая сварка алюминия	ВСН - 6	5,0
	Ручная дуговая сварка чугуна	ОЗЧ-3	18,0
21	Ручная дуговая сварка алюминия	ОЗА-1	10,0
	Полуавтоматическая сварка в CO ₂ порошковой проволокой	ПП-АН-10	12,0
22	Ручная дуговая сварка сталей штучными электродами	МР-4	15,0
	Ручная дуговая сварка чугуна	ПАНЧ-11	20,0
23	Ручная дуговая наплавка сталей	ОЗН-250	17,0
	Ручная дуговая сварка сталей штучными электродами	ОЗЛ-22	19,0
24	Ручная дуговая наплавка сталей	ЗН-60М	22,0
	Ручная дуговая сварка алюминия	ОЗА-2/АК	18,0
25	Ручная дуговая сварка сталей штучными электродами	МР-3	11,0
	Полуавтоматическая сварка в CO ₂ электродной проволокой	Св-0,7 Г1С	13,0
27	Ручная дуговая сварка сталей штучными электродами	АНО-15	15,0
	Полуавтоматическая сварка в CO ₂ электродной проволокой	Св-10x20Н7СТ	17,0
28	Полуавтоматическая сварка в CO ₂ электродной проволокой	Св-08x19НФ2Ц2	19,0
	Ручная дуговая сварка сталей штучными электродами	ЦТ-36	13,0
29	Ручная дуговая сварка сталей штучными электродами	АНО-13	15,0
	Полуавтоматическая сварка в CO ₂ электродной проволокой	Св-0,81 Г 2С	18,0
30	Полуавтоматическая сварка в CO ₂ электродной проволокой	ЭП245	20,0
	Ручная дуговая сварка сталей штучными электродами	АНО-4ж	19,0

Для расчета выбросов загрязняющих веществ, выделяющихся на сварочном участке, необходимо произвести следующие действия:

- 1 По заданному способу сварки и марке сварочных материалов определить состав сварочного аэрозоля и удельные выделения компонентов ГССА и ТССА (таблица 2 приложения Б).
- 2 По годовому расходу сварочных материалов определить валовые выделения загрязняющих веществ (12).
- 3 Определить время производства сварочных работ, исходя из 6 - часового рабочего дня и коэффициента загрузки оборудования (доли продолжительности сварки к продолжительности рабочего дня)
$$t = 6 \cdot K_3,$$
- 4 Определить v - максимальный расход применяемых сырья и материалов, расходуемых в течение рабочего дня, исходя из равномерности интенсивности сварочных работ в течение всех рабочих дней N по формуле $v = B / N$.
- 5 Определить максимально разовый выброс загрязняющих веществ (13), а также суммарные выбросы твердых веществ и газов, учитывая, что эффективность пылеулавливающего оборудования относится только к ТССА.

3 СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ

Учебная литература

- 1 Методика расчета выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферу при нанесении лакокрасочных материалов. - М.: Фирма «Интеграл», 1997.
- 2 Методика расчета выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферу при сварочных работах (на основе удельных показателей). - М.: НИИАтмосфера, ИНТЕГРАЛ, 2000.– 43 с.
- 3 Микуров А.И. Методические указания к выполнению практических занятий «Расчет выбросов в атмосферу от двигателей с искровым зажиганием и дизелей при движении автомобиля» - Курган: Изд-во КГУ, 2003.
- 4 Справочник инженера-механика. Технология ремонта автомобилей / Под ред. д-ра техн. наук, проф. В.В. Ефремова – М.: Транспорт, 1965.-999с.
- 5 Технология и оборудование сварки плавлением и термической резки: Учебник для вузов. – 2-е изд. испр. и доп. /А.И. Акулов, В.П.

Алехин, С.И. Ермаков и др./ Под ред. А.И. Акулова. – М.: Машиностроение, 2003. – 560с.: ил.

Перечень основных государственных стандартов и других нормативных правовых актов по охране природы

- 1 ГН 2.2.5.552 – 96. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.
- 2 ГН 2.2.5.553 – 96. Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.
- 3 ГОСТ 12.1.005 – 84. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
- 4 ГОСТ 12.1.007 – 76. ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.

4 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1 Документы, регламентирующие содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны.
- 2 Классы вредных веществ (по ГОСТу 12.1.007 – 76).
- 3 Показатель, определяющий класс опасности вещества.
- 4 Характеристика вредного воздействия на организм человека пылей и аэрозолей.
- 5 Виды воздействия пыли на организм человека.
- 6 Классификация аэрозолей в зависимости от фракционного и гранулометрического состава.
- 7 Классификация процессов сварки.
- 8 Какие виды загрязняющих веществ поступают в атмосферу при сварке?
- 9 Состав сварочного аэрозоля.
- 10 Что такое коэффициент эффективности газоочистного оборудования?

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Таблица 1 - СОСТАВ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ (ЛКМ) [1]

Марка	Доля летучей части f ₂ %	Наименование	Содержание компонента в летучей части ЛКМ, %	
ШПАТЛЕВКИ				
ПФ-002	25	сольвент	100	
НЦ-007	35	ацетон	3	
		бутилацетат	18	
		этилацетат	9	
		спирт н-бутиловый	10	
		спирт этиловый	10	
НЦ-008	70	толуол	50	
		ацетон	15	
		бутилацетат	30	
		этилацетат	20	
		спирт н-бутиловый	5	
НЦ-173	96,9	толуол	30	
		бутилацетат	7	
		этилацетат	5	
		спирт н-бутиловый	4	
		спирт этиловый	77	
АК-070	86	этилцеллозольв	3	
		толуол	4	
		ГРУНТОВКИ		
		ацетон	20,04	
		спирт н-бутиловый	12,6	
ВЛ-023	74	ксилол	67,34	
		спирт н-бутиловый	24,06	
		спирт этиловый	48,71	
		бутилацетат	3,17	
		толуол	1,28	
		ацетон	22,78	

Продолжение таблицы 1

Марка	Доля летучей части f ₂ %	Наименование	Содержание компонента в летучей части ЛКМ, %
ВЛ-2	79	спирт н-бутиловый	28,2
		спирт этиловый	37,6
		ксилол	6
		ацетон	28,2
ГФ-0119	47	ксилол	100
ГФ-0163	32	сольвент	100
ГФ-017	51	ксилол	100
ГФ-021	45	ксилол	100
ГФ-030	24,75	уайт-спирит	100
ГФ-031	46	ксилол	28,7
		уайт-спирит	35,65
		сольвент	35,65
ГФ-032	61	сольвент	100
МЛ-029	40	спирт н-бутиловый	42,62
МЧ-0054	11	ксилол	57,38
		спирт н-бутиловый	40
		ксилол	40
		этиленгликоль	10
НЦ-0135	63	этилкарбитол	10
		спирт н-бутиловый	4
		спирт изобутиловый	11
		спирт этиловый	5
		бутилацетат	46
		этилацетат	10
НЦ-0140	80	толуол	6
		этилцеллозольв	18
		спирт н-бутиловый	15
		спирт этиловый	10
		бутилацетат	20
		этилацетат	15
НЦ-0140	80	толуол	20
		этилцеллозольв	15
		ацетон	5
		циклогексанон	5
		ксилол	5

Продолжение таблицы 1

Марка	Доля летучей части f ₂ %	Наименование	Содержание компонента в летучей части ЛКМ, %
Продолжение таблицы 1 НЦ-0205	61	спирт этиловый	7
		бутилацетат	53
		этилацетат	20
		этилглицоляцетат	20
НЦ-173	96,9	спирт н-бутиловый	4
		спирт этиловый	77,7
		бутилацетат	6,4
		этилацетат	5,2
		толуол	3,6
этилцеллозольв	3,1		
ПФ-002	25	сольвент	100
ПФ-020	43	ксилол	100
ФЛ-03К ФЛ-03Ж	30	уайт-спирит	50
		ксилол	50
ФЛ-086	46	уайт-спирит	50
		ксилол	50
ФЛ-087	47	спирт н-бутиловый	58,33
		сольвент	41,67
ХС-010	67	ацетон	26
		бутилацетат	12
		толуол	62
ХС-068	69	ацетон	25,98
		бутилацетат	12,02
		толуол	56,37
		циклогексанон	5,63
ЭМАЛИ			
АК-1102	80,5	ацетон	29,13
		бутилацетат	29,13
		спирт н-бутиловый	2,91
		ксилол	38,83

Продолжение таблицы 1

Марка	Доля летучей части f ₂ %	Наименование	Содержание компонента в летучей части ЛКМ, %
АК-194	72	бутилацетат	50
		спирт н-бутиловый	20
		спирт этиловый	10
		толуол	20
АС-182	47	ксилол	85
		уайт-спирит	5
		сольвент	10
ГФ-820	50	ксилол	50
		уайт-спирит	50
ГФ-92	51	уайт-спирит	8
		ксилол	90
		спирт н-бутиловый	2
ГФ-92ГМ	45	ксилол	100
ГФ-92ГС	43	сольвент	100
ГФ-92ХС	47	сольвент	100
КО-83	78	ацетон	13,17
		бутилацетат	11,07
		спирт н-бутиловый	9,10
		спирт этиловый	14,10
		этилцеллозольв	7,10
толуол	45,46		
МЛ-1156	49	спирт н-бутиловый	24,58
		ксилол	75,42
МЛ-12	65	спирт н-бутиловый	20,78
		уайт-спирит	20,14
		этилцеллозольв	1,4
		сольвент	57,68
МЛ-152	52	спирт н-бутиловый	20,85
		спирт изобутиловый	9,59
		уайт-спирит	13
		сольвент	14,07
		ксилол	39,76
		бензин	2,73

Продолжение таблицы 1

Марка	Доля летучей части f ₂ %	Наименование	Содержание компонента в летучей части ЛКМ, %
МЛ-158	47	спирт н-бутиловый	37,03
		уайт-спирит	30,72
		ксилол	32,25
МЛ-165	51	спирт н-бутиловый	35,92
		уайт-спирит	0,68
		ксилол	63,4
МЛ-197	44	бутилацетат	8,42
		спирт н-бутиловый	41,42
		уайт-спирит	2,01
		этилцеллозольв	8,93
		нефрас	39,22
МЛ-242	44	спирт н-бутиловый	20
		спирт изобутиловый	20
		ксилол	60
МЛ-279	50	спирт н-бутиловый	24,74
		ксилол	75,26
МЛ-283	45	спирт н-бутиловый	19,72
		ксилол	80,28
МЛ-629	44	спирт н-бутиловый	50
		ксилол	50
МС-160	57	ксилол	100
МС-17	60	ксилол	100
МС-226	50	ксилол	100
МЧ-123	55	ксилол	100
МЧ-240	55	спирт н-бутиловый	37,79
		сольвент	22,9
		ксилол	39,31
НЦ-11	74,5	бутилацетат	25
		этилацетат	25
		спирт н-бутиловый	10
		спирт этиловый	15
		толуол	25

Продолжение таблицы 1

Марка	Доля летучей части f ₂ %	Наименование	Содержание компонента в летучей части ЛКМ, %
НЦ-1125	60	ацетон	7
		спирт н-бутиловый	10
		спирт этиловый	15
		толуол	50
		бутилацетат	10
НЦ-132П	80	этилцеллозольв	8
		ацетон	8
		бутилацетат	8
		спирт н-бутиловый	15
		спирт этиловый	20
НЦ-25	66	этилцеллозольв	8
		толуол	41
		ацетон	7
		бутилацетат	10
		спирт н-бутиловый	15
НЦ-257	62	спирт этиловый	15
		этилцеллозольв	8
		толуол	45
		ацетон	7
		бутилацетат	10
НЦ-66	66	спирт н-бутиловый	15
		спирт этиловый	15
		этилцеллозольв	8
		толуол	45
		ацетон	7
ПФ-1105	39	уайт-спирит	50
ПФ-1126	57	ксилол	50
		сольвент	100

Продолжение таблицы 1

Марка	Доля летучей части f ₂ %	Наименование	Содержание компонента в летучей части ЛКМ, %
ПФ-115	45	ксилол	50
		уайт-спирит	50
ПФ-1189	47	ксилол	65,7
		сольвент	34,3
ПФ-133	50	ксилол	50
		уайт-спирит	50
ПФ-167	40	уайт-спирит	100
ПФ-188	44,5	бутилцеллозольв	8,53
		сольвент	91,47
ПФ-218ГС	27,5	уайт-спирит	100
ПФ-283	50	уайт-спирит	60
		ксилол	40
ПФ-837	53	уайт-спирит	18,16
		ксилол	81,84
ЭП-148	35	спирт н-бутиловый	16,16
		ксилол	72,03
		толуол	3,32
		этилцеллозольв	8,5
ЭП-255	36,5	ацетон	36,44
		бутилацетат	27,79
		толуол	8,33
		ксилол	27,44
Бакелитовый лак 180	57	спирт этиловый	94,74
		фенол	5,26
Лак НЦ-2101	72	спирт н-бутиловый	14
		спирт изобутиловый	4
		спирт этиловый	21
		этилацетат	14
		ксилол	9
		этилцеллозольв	14
		толуол	24

Продолжение таблицы 1

Марка	Доля летучей части f ₂ %	Наименование	Содержание компонента в летучей части ЛКМ, %
Лак НЦ-2105	81	спирт бутиловый	8
		спирт этиловый	12
		бутилацетат	80
Лак НЦ-218	70	спирт н-бутиловый	9
		спирт этиловый	16
		бутилацетат	9
		этилацетат	16
		ксилол	23,5
		толуол	23,5
Лак НЦ-221	83,1	этилцеллозольв	3
		спирт н-бутиловый	19,98
		бутилацетат	15,04
		этилацетат	9,99
		ацетон	5,05
Лак НЦ-222	78	толуол	39,95
		этилцеллозольв	3
		спирт этиловый	6,99
		спирт н-бутиловый	9,49
		бутилацетат	9,23
Лак НЦ-223	68	этилацетат	15,9
		толуол	46,54
		этилцеллозольв	3,2
		спирт этиловый	15,64
Лак НЦ-223	68	спирт н-бутиловый	15
		бутилацетат	18
		этилацетат	5
		толуол	25
		этилцеллозольв	25
		спирт этиловый	12

Продолжение таблицы 1

Марка	Доля летучей части f ₂ %	Наименование	Содержание компонента в летучей части ЛКМ, %
Лак НЦ-224	75	спирт н-бутиловый	10,67
		спирт этиловый	45,4
		бутилацетат	13,6
		этилацетат	14
		ксилол	13,73
		растворитель окситерпеновый	2,6
Лак НЦ-243	74	спирт н-бутиловый	20
		спирт этиловый	10
		этилацетат	7
		толуол	50
		этилцеллозольв циклогексанон	8 5
Лак ПФ-170	50	уайт-спирит	59,56
		ксилол	40,44
Лак ПЭ-220	35	ацетон	88,57
		ксилол	4,29
		толуол	7,14
Лак ПЭ-232 Лак ПЭ-250	35	ацетон	32,58
		ксилол	11,24
		толуол	56,18
Лак ПЭ-246 Лак ПЭ-265	8	ацетон	12,5
		бутилацетат	62,5
		стирол	25
Лак ПЭ-250М	439	ацетон	88,37
		ксилол	2,33
		толуол	9,3
Лак ФЛ-582	65	уайт-спирит	69,9
		ксилол	30,1
Лак ХВ-784	84	ацетон	21,74
		бутилацетат	13,02
		ксилол	65,24

Продолжение таблицы 1

Марка	Доля летучей части f ₂ %	Наименование	Содержание компонента в летучей части ЛКМ, %
Лак ЭП-730	70	ацетон	30
		ксилол	40
		этилцеллозольв	30
РАСТВОРИТЕЛИ			
Р-4	100	ацетон	26
		бутилацетат	12
		толуол	62
Р-4А	100	ацетон	15
		толуол	70
		ксилол	15
Р-5 Р-5А	100	ацетон	30
		бутилацетат	30
		ксилол	40
Р-6	100	бутилацетат	15
		толуол	40
		спирт н-бутиловый	15
		спирт этиловый	30
Р-7	100	спирт этиловый	50
		циклогексанон	50
Р-10	100	ацетон	15
		ксилол	85
Р-12	100	бутилацетат	30
		толуол	60
		ксилол	10
Р-14	100	толуол	50
		циклогексанон	50
Р-24	100	ацетон	15
		ксилол	35
		сольвент	50
Р-40	100	толуол	50
		этилцеллозольв	50
Р-60	100	толуол	70
		этилцеллозольв	30

Марка	Доля летучей части f_2 %	Наименование	Содержание компонента в летучей части ЛКМ, %
P-189	100	бутилацетат	13
		ксилол	13
		этилглицоляцетат	37
		метилэтилкетон	37
P-3160	100	спирт н-бутиловый	60
		спирт этиловый	40
N645	100	ацетон	3
		толуол	50
		этилцеллозольв	10
		спирт н-бутиловый	10
		спирт этиловый	18
N646	100	бутилацетат	9
		ацетон	7
		спирт н-бутиловый	15
		спирт этиловый	10
		бутилацетат	10
		этилцеллозольв	8
N647	100	толуол	50
		спирт н-бутиловый	7,7
		бутилацетат	29,8
		этилцеллозольв	21,2
N648	100	толуол	41,3
		спирт н-бутиловый	20
		бутилацетат	10
		этилцеллозольв	50
N649	100	толуол	20
		спирт н-бутиловый	20
		этилцеллозольв	30
N650	100	ксилол	50
		спирт н-бутиловый	30
		этилцеллозольв	20

Герасимова Ольга Васильевна
Микуров Алексей Иванович
Попадчук Светлана Борисовна

**РАСЧЕТ ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРУ
ОТ ОКРАСОЧНОГО И СВАРОЧНОГО
ОБОРУДОВАНИЯ**

Методические указания к выполнению
практических занятий
для студентов специальностей
120100, 120200, 120500, 150100,
150200, 150300, 220400, 230100, 240400,
210200, 072000, 330100, 030500

Редактор Н. М. Кокина

Подписано в печать	Усл. п. л. 2,5	Бумага тип № 1
Формат 60*84 1/16	Тираж 200	Уч. изд. л. 2,5
Заказ		Цена свободная

Издательство Курганского государственного университета
640669, г. Курган, ул. Гоголя, 25
Курганский государственный университет, ризограф

Таблица 2 Удельные выделения вредных веществ при сварке металла [3]

Технологический процесс	Используемый материал и его марка	Наименования и удельные количества выделяемых загрязняющих веществ, г/кг									
		Сварочный аэрозоль	В том числе						Фтористый водород	Диоксид азота	Оксид углерода
			Железа оксид	Марганец и его соединения	Хром шестивалентный (в пересчете на трехокись хрома)	Пыль неорганическая, содержащая SiO ₂ (20-70%)	прочие				
							Наименование	Кол-во			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ручная дуговая сварка сталей штучными электродами	УОНИ-13/45	16,4	10,69	0,92	-	1,4	Соединения F	3,3	0,75	1,50	13,3
	УОНИ-13/55	16,99	14,90	1,09	-	1,0	-	-	0,93	2,70	13,3
	УОНИ-13/65	7,5	4,49	1,41	-	0,8	Соединения F	0,8	1,17	-	-
	УОНИ-13/80	11,2	8,32	0,78	-	1,05	-*-	1,05	1,14	-	-
	УОНИ-13/85	13,0	9,80	0,60	-	1,30	-*-	1,30	1,10	-	-
	ЭА-606/П	10,7	9,72	0,68	0,30	-	-	-	0,004	1,30	1,40
	ЭА-395/9	16,0	15,47	0,10	0,43	-	-	-	0,90	-	0,5
	ЭА-981/15	9,5	8,08	0,70	0,72	-	-	-	0,80	-	-
	ЭА-400У	11,0	7,40	0,70	0,9	-	Соединения F	2,0	1,60	-	-
	ЭА-48А/2	17,8	15,89	0,5	0,90	0,50	TiO ₂	0,01	1,76	0,9	1,9
	ЭА-400/10У	7,1	5,02	0,48	0,85	0,72	TiO ₂	0,03	1,35	0,99	3,4
ЭА-903/12	25,0	22,20	2,80	-	-	-	-	-	-	-	
ЭА-48/22	10,6	6,79	1,01	1,30	-	Соединения F	1,50	0,001	0,85	-	

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ручная дуговая сварка сталей штучными электродами	ЭА-686/1	13,0	11,80	0,80	0,40	-	-	-	-	-	-
	АНО-1	9,6	9,17	0,43	-	-	-	-	-	-	-
	АНО-3	17,0	15,42	1,58	-	-	-	-	2,13	-	-
	АНО-4	17,8	15,73	1,66	-	0,41	-	-	-	-	-
	АНО-4ж	11,0	10,20	0,80	-	-	-	-	-	-	-
	АНО-5	14,4	12,53	1,87	-	-	-	-	-	-	-
	АНО-6	16,7	14,97	1,73	-	-	-	-	-	-	-
	АНО-7	12,4	8,53	1,77	-	1,10	Соединения F	1,0	0,40	0,35	4,5
	АНО-Х	15,3	13,16	1,29	-	0,85	-	-	-	-	-
	ЭА-395/8	18,5	16,98	1,20	0,32	-	-	-	-	-	-
	ЭА-981/15	10,3	8,75	0,74	0,81	-	-	-	0,80	-	-
	ЭА-48м/18	13,0	8,57	2,50	-	-	-	-	-	-	-
	МР – 3	11,5	9,77	1,73	-	-	-	-	0,40	-	-
	МР – 4	11,08	9,90	1,1	-	-	-	-	0,40	-	-
	ЦЛ – 26М	9,1	9,10	-	-	-	-	-	-	-	-
	ЦЛ –17	10,0	9,20	0,63	0,17	-	-	-	1,13	-	-
	ИК – 13	4,2	3,43	0,53	0,24	-	-	-	1,6	-	-
	НИ-ИМ-1	5,8	4,65	0,43	0,12	-	Соединения Ni	0,60	0,63	-	-
	МЭЗ –Ш	41,0	41,0	-	-	-	-	-	-	-	-
	К – 5	13,0	13,0	-	-	-	-	-	-	-	-
АНО - 9	16,9	15,87	0,90	-	-	Соединения F	0,13	0,47	-	-	
АНО-11	18,6	15,11	0,87	-	-	То же	2,62	0,20	-	-	
АНО-13	17,1	15,79	0,99	-	0,32	-	-	-	-	-	
АНО-14	11,2	10,50	0,70	-	-	-	-	-	-	-	

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ручная дуговая сварка сталей штучными электродами	АНО-15	19,5	17,28	0,99	-	-	Соединения F	1,23	0,43	-	-
	АНО - 17	11,3	9,89	0,60	-	0,81	-	-	-	-	-
	АНО - 18	13,0	11,22	0,71	-	1,07	-	-	-	-	-
	АНО - 19	12,8	12,03	0,77	-	-	-	-	-	-	-
	АНО - 20	10,0	9,34	0,66	-	-	-	-	-	-	-
	АНО - 24	11,5	10,70	0,80	-	-	-	-	-	-	-
	АНО - 27	17,8	15,93	0,82	-	-	Соединения F	1,05	-	-	-
	АНО – Т	18,0	16,16	0,84	-	-	То же	1,0	-	-	-
	СМА – 2	9,2	8,37	0,83	-	-	-	-	-	-	-
	КПЗ – 32	11,4	11,04	0,36	-	-	-	-	-	-	-
	ОЗС - 3	15,3	14,88	0,42	-	-	-	-	-	-	-
	ОЗС– 4	10,9	9,63	1,27	-	-	-	-	-	-	-
	ОЗС – 6	14,0	13,14	0,86	-	-	-	-	1,53	-	-
	ОЗС-12	12,0	8,90	0,80	0,50	-	Соединения F	-	-	-	-
	Э48-М/18	13,2	9,27	1,0	1,43	-	То же	1,50	0,001	-	-
	ВИ-10-6	15,6	14,84	0,31	0,45	-	-	1,0	0,39	-	-
	ВИ-ИМ-1	5,8	4,66	0,42	0,12	-	Соединения Ni	0,6	0,63	-	-
	ЖД-3	9,8	8,48	1,32	-	-	-	-	-	-	-
	УКС-42	14,5	13,30	1,20	-	-	-	-	-	-	-
	РДЗБ-2	17,4	16,32	1,08	-	-	-	-	-	-	-
ОММ-5	30,0	26,27	1,83	-	1,9	-	-	-	-	-	
МЗЗ-04	34,0	33,0	1,00	-	-	-	-	-	-	-	
ЦМ-6	48,7	44,40	4,30	-	-	-	-	-	-	-	
ЦМ-7	37,0	35,05	1,95	-	-	-	-	-	-	-	

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Ручная дуговая сварка сталей штучными электродами	ЦМ-8	25,0	23,50	1,50	-	-	-	-	-	-	-	
	ЦМ-9	19,0	15,9	0,30	-	2,8	-	-	-	-	-	
	ЦМ-УПУ	18,5	17,0	1,50	-	-	-	-	-	-	-	
	МР-1	10,8	9,72	1,08	-	-	-	-	-	-	-	
	ГБУ-4	6,9	6,16	0,74	-	-	-	-	-	-	-	
	ЭРС -3	12,8	11,57	1,23	-	-	-	-	-	-	-	
	ОЗЛ-5	3,9	3,06	0,37	0,47	-	-	-	-	0,42	-	-
	ОЗЛ-6	6,9	6,06	0,25	0,59	-	-	-	-	1,23	-	-
	ОЗЛ-7	7,6	6,92	0,21	0,47	-	-	Соединения F	0,4	0,69	-	-
	ОЗЛ-14	8,4	6,53	1,41	0,46	-	-	-	-	0,91	-	-
	ОЗЛ-9А	5,0	3,37	0,97	0,27	-	-	Соединения Ni	0,39	0,13	-	-
	ОЗЛ-20	5,0	3,56	0,35	0,10	-	-	-	0,99	-	-	-
	ОЗЛ-17У	10,0	9,0	1,00	-	-	-	Соединения Ni	-	0,8	-	-
	ОЗЛ-22	20,0	7,9	0,90	1,3	-	-	Соединения F	10,0	1,2	-	-
	ЦТ-15	8,0	7,06	0,55	0,35	-	-	Соединения Ni	0,04	1,61	-	-
	ЦТ-28	13,9	10,76	0,93	0,21	-	-	Соединения Ni	2,0	-	-	-
	ЦТ-36	7,6	6,21	1,19	-	-	-	Соединения Ni	0,12	0,66	-	-
	ЦТ-36	7,6	6,21	1,19	-	-	-	Молибден	0,008	-	-	-
	СМ-5	10,3	9,30	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-
	ЦН-6Л	13,0	12,15	0,62	0,23	-	-	-	-	1,21	-	-
НИАТ-1	4,7	4,18	0,12	0,40	-	-	-	-	0,35	-	-	
НИАТ-3Н	10,1	9,89	0,21	-	-	-	-	-	-	-	-	
НЖ-13	4,2	3,43	0,53	0,24	-	-	-	-	1,60	-	-	
ВСЦ-4	20,2	19,59	0,61	-	-	-	-	-	-	-	-	

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ручная дуговая сварка сталей штучными электродами	ВСЦ-4а	24,3	23,50	0,80	-	-	-	-	-	-	-
	MP-3	11,5	9,77	1,73	-	-	-	-	0,40	-	-
	MP-4	11,0	9,90	1,10	-	-	-	-	0,40	-	-
	К-5А	24,1	18,54	1,11	-	-	Соединения F	4,45	0,50	-	-
	СК 2-50	12,0	11,1	0,90	-	-	-	-	-	-	-
	ВСН-6	17,9	15,83	0,53	1,54	-	-	-	-	0,8	-
	ВП-4	14,1	9,39	-	1,11	-	Фториды	3,6	0,10	-	-
Ручная дуговая наплавка сталей	ОЗН-250	22,4	20,77	1,63	-	-	-	-	1,04	-	-
	ОЗН-300	22,5	18,08	4,42	-	-	-	-	1,09	-	-
	ЗН-60М	15,1	14,46	0,49	0,15	-	-	-	1,28	-	-
	УОНИ-13/НЖ	10,2	9,28	0,53	0,39	-	-	-	0,97	-	-
	НР-70	21,5	17,6	3,90	-	-	-	-	-	-	-
Ручная дуговая сварка чугуна	ОЗЧ-1	14,7	9,81	0,47	-	-	Меди оксид	4,42	1,65	-	-
	1 ОЗЧ-3	14,0	13,34	0,48	0,18	-	-	-	1,97	-	-
	Т-590	45,5	41,8	-	3,7	-	-	3,6	-	-	-
	ОЗЧ-2	10,0	-	0,20	-	-0,4	Соединения Ni	4,8	-	-	-
	ПАНЧ-11	10,7	4,47	1,40	-	0,03	Соединения Ni	4,8	--	-	-
	ПАНЧ-12	9,6	4,80	1,7	-	0,2	Соединения Ni	2,9	-	-	-
Ручная дуговая сварка алюминия	ОЗА-1	38,1	-	1,14	0,36	-	Алюминия оксид	36,6	-	-	-
	ОЗА-2/АК	61,1	-	1,83	0,67	-	То же	58,6	-	-	-
	ВСН - 6	17,9	-	0,54	1,46	-	-	15,9	0,80	-	-

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Полуавтоматическая сварка сталей без газовой защиты порошковой проволокой	ЭП-245	12,4	11,86	0,54	-	-	-	-	0,36	-	-
	ЦСК-3	13,9	12,79	1,11	-	-	-	-	0,53	-	-
	ЭП 15/2	8,4	7,52	0,88	-	-	-	-	0,77	-	-
	ЦП-ДСК-1	11,7	10,93	0,77	-	-	-	-	0,10	-	-
	ПП-ДСК-2	11,2	10,78	0,42	-	-	-	-	0,10	-	-
	ПП-106	10,0	8,60	0,45	-	-	TiO ₂ Фториды	0,40 0,55	-	-	-
	ПП-АН-1	9,8	9,3	0,5	-	-	-	-	-	-	-
	ПП-АН-3	16,6	13,2	1,94	-	-	Фториды	1,46	2,7	-	-
	ПП-АН-2	10,0	2,65	0,45	-	-	То же	6,9	0,60	0,80	-
	ПП-АН-4	19,5	15,5	2,54	-	-	То же	1,46	0,65	-	-
ПП-АН-7	14,4	13,01	1,39	-	-	-	-	1,45	-	-	
П/авт сварка сталей в среде CO ₂ порошковой проволокой	ПП-АН-8	11,75	8,93	1,32	-	-	Фториды	1,5	1,0	-	-
	ПП-АН-9	11,7	8,4	0,90	-	-	То же	2,4	-	-	-
	ПП-АН-10	19,0	16,6	0,40	-	-	То же	2,0	-	-	-
	ПП-АН-11	20,1	17,8	0,50	-	-	То же	1,8	-	-	-
	ПП-АН-17	34,1	32,4	-	-	-	То же	1,7	-	-	-
	ПП-АН-18	15,1	11,7	0,40	-	-	То же	3,0	-	-	-
	ПП-АН-5	9,82	8,75	0,64	-	0,43	-	-	-	-	-
Наплавка наплавочными смесями	Сталимит М	92,5		9,48	0,011	-		-	-	-	-
	СНГН	39,7		-	0,357	-	Бор	0,235	-	-	-
	ВСНГН	23,4		-	0,062	-	Бор	0,288	-	-	-

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
П/авт сварка сталей в CO ₂ электродной проволокой	Св-0,7 ГС	9,54	8,9	0,6	-	0,04	-	-	-	-	-
	Св-0,81 Г 2С	10,0	7,67	1,9	-	0,43	-	-	-	-	-
	Св-0,7 Г1С	11,53	11,03	0,48	-	0,02	-	-	-	-	-
	Св-0,8х ГН2МТ	7,0	6,61	0,2	0,1	0,02	Никеля оксид	0,07	-	0,80	10,6
	Св-08хГСНЗМД	4,4	3,1	0,1	1,2	-	-	-	-	-	-
	Св-082х20Н9Г7Т	12,0	6,49	4,85	0,48	-	Соединения Ni	0,18	-	-	-
	Св-08х19ЮФ2С3	7,0	3,54	0,42	1,5	1,5	-	0,04	-	-	14,0
П/авт сварка сталей в среде CO ₂ электродной проволокой	Св-16х16Н25М6	15,0	12,55	0,35	0,1	-	-	2,0	-	-	2,5
	Св-10х20Н7СТ	8,0	7,52	0,45	0,03	-	-	-	-	-	-
	Св-08х19НФ2Ц2	8,0	6,44	0,40	0,5	-	Никеля оксид	0,66	-	-	-
	Св-10Г2Н2СМТ	12,0	11,86	0,14	-	-	-	-	-	-	-
	ЭП245	12,4	11,79	0,61	-	-	-	-	-	-	3,2
	ЭП 704	8,4	7,42	0,80	0,07	-	Никеля оксид	0,11	-	-	-
	Св-08хГСМЗДМ	4,4	3,97	0,22	0,16	-	-	0,05	-	0,52	11,0
Св-854	7,6	6,22	0,70	0,60	-	Никеля оксид	0,08	-	-	2,0	

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
В среде углекислого газа активированной проволокой	АП-АН-5	7,67	6,28	0,46	-	-	Соединения F	0,93	-	-	-
	АП-АН-2	14,4	13,02	0,73	-	-	То же	0,65	-	-	-
	АП-АН4	12,7	11,4	0,69	-	-	То же	0,61	-	-	-
	ПП-АН8	17,0	13,8	2,0	-	-	Фториды	1,2	0,30	-	-
	ПП-АНА1	15,1	9,08	3,20	0,15	-	Фториды TiO ₂ Никеля оксид	2,42 0,4 0,21	- - -	- - -	- - -
Наплавка порошковой проволокой	ПП-АН-9	11,7		-	-	-	-	-	-	-	-
	ПП-АН-10	19,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ПП-АН-11	20,		-	-	-	-	-	-	-	-
	ПП-АН-12	34,1		-	-	-	-	-	-	-	-
Наплавка порошковой проволокой	ПП-АН-18	15,1		-	-	-	-	-	-	-	-
	ПП-АН-125	16,8	67,8	2,09	3,14	-	-	-	-	-	-
	ПП-АН-170	24,1	9,25	0,11	2,84	-	То же	9,25	-	-	-
	ПП-АН-171	23,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ПП-АН-Г13НЧ	33,5	19,2	10,7	-	-	-	19,2	-	-	-
	ПП-АН-124	50,9	40,6	3,34	-	-	-	40,6	-	-	-
	ПЛ-АН-101	8,5		0,15	2,9	0,17	-	-	-	-	-
Сварка и наплавка	АН-17М	0,10	0,01	0,09	-	-	-	-	0,03	-	-
	АН-22	0,12	0,11	0,01	-	-	-	-	0,02	-	-
	АН-26	0,08	0,07	0,01	-	-	-	-	0,03	-	-

Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
стали с плавлены ми флюсами	АН-30	0,09	0,06	0,03	-	-	-	-	0,03	-	-
	АН-42	0,08	0,07	0,03	-	-	-	-	0,02	-	-
	АН-47	0,11	0,09	0,02	-	-	-	-	0,03	-	-
	АН-60	0,09	0,07	0,02	-	-	-	-	-	-	-
	АН-64	0,09	0,07	0,02	-	-	-	-	-	-	-
	48-ОФ-6	0,11	0,10	0,01	-	-	-	-	0,07	-	-
	48-ОФ-6М	0,10	0,09	0,009	-	-	Соединения Ni	0,001	0,04	-	-
	48-ОФ-7	0,09	0,04	0,05	-	-	-	-	0,02	-	-
Сварка и наплавка стали с плавлены ми флюсами	48-ОФ-11	0,14	0,11	0,03	-	-	-	-	0,06	-	-
	48-ОФ-26	0,16	0,14	-	-	-	Соединения Ni	0,02	0,05	-	-
	ФЦП-2	0,08	0,01	-	-	0,05	-	0,02	0,033	0,005	-
	ФЦ-2	0,08	0,03	-	-	0,05	-	-	0,033	0,006	-
	ФЦ-6	0,09	0,03	0,01	-	0,05	-	-	0,033	-	-
	АН-18	0,10	0,04	0,01	-	0,05	-	-	0,027	-	-
	АН-15М	0,09	0,03	0,01	-	0,05	-	-	0,017	-	-
	АН-20С	0,08	0,02	0,01	-	0,05	-	-	0,02	-	-
	ФЦ-2а	0,08	0,02	0,010	-	0,05	-	-	0,2	-	-
ФЦ-2л	0,09	0,03	0,01	-	0,05	-	-	0,033	0,006	-	
<p><i>Примечание:</i> соединения F – фториды (в пересчете на F), TiO₂ – титана диоксид, соединения Ni – никель и никеля оксид (в пересчете на Ni), никеля оксид – в пересчете на Ni, меди оксид – меди оксид (в пересчете на Cu), оксиды металла – в пересчете на металл.</p>											