

Минобрнауки России
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет
«Московский институт электронной техники»

Домашнее задание по дисциплине
«БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ»
на тему **«Анализ БЖД на рабочем месте: Участок газового и
плазмохимического травления»**

Вариант 5

Выполнил ст. гр. РТ-21
Батурин Георгий Алексеевич
Проверил: Кольцов В.Б.

2021 г.

Table of Contents

Введение.....	3
Задание 1. Анализ БЖД на рабочем месте: участок газового и плазмохимического травления.....	5
Задание 2. Характеристики и методы расчёта искусственного освещения.....	12
Задание 3. Задача.....	15
Список литературы.....	17

Введение

Человек и окружающая его среда гармонично взаимодействуют и развиваются лишь в условиях, когда потоки энергии, вещества и информации находятся в пределах, благоприятно воспринимаемых человеком и природной средой. Любое превышение привычных уровней потоков сопровождается негативными воздействиями на человека, техносферу и/или природную среду. В естественных условиях такие воздействия наблюдаются при изменении климата и стихийных явлениях. В условиях техносферы негативные воздействия обусловлены элементами техносферы (машины, сооружения и т.п.) и действиями человека.

Особо остро проявляются проблемы обеспечения безопасности человека непосредственно на предприятиях, где зоны формирования различных опасных и вредных факторов практически пронизывают всю производственную среду, в которой осуществляется трудовая деятельность персонала.

Так, характерной особенностью современного производства является применение на одном предприятии, в цехе, а часто и на производственном участке самых разнообразных технологических процессов, сложных по своей физико-химической основе, реализуемых на современном высокопроизводительном оборудовании с использованием широкой номенклатуры технологических материалов. При этом современному производству свойственна также быстрая смена технологий, обновление оборудования, внедрение новых процессов и материалов, которые часто недостаточно изучены с точки зрения негативных последствий их применения.

На большинстве предприятий широко применяются высокотоксичные, легко воспламеняющиеся вещества, различного рода излучения, технологические процессы зачастую сопровождаются значительными уровнями шума, вибрации, ультра- и инфразвука, жёсткими и стабильными параметрами микроклимата, большинство операций производится в условиях высокого зрительного напряжения, запылённости и загазованности.

В тоже время на многих предприятиях используются высокомеханизированное и автоматическое оборудование, оснащённое электронно-вычислительной техникой, поточно-механизированные линии, работы и манипуляторы с программным управлением и другие современные станки и оборудование. В связи с этим увеличивается потенциальная опасность

возникновения травмоопасных ситуаций, степень риска возникновения профессионального заболевания, существенного воздействия условий труда на состояние здоровья работающих.

Сложность технологических процессов, высокие требования к точности технологических режимов в значительной мере исключают возможность непосредственного воздействия на технологические процессы для повышения безопасности, т.е. исключается «борьба в источнике».

Поэтому центр тяжести мероприятий переносится на создание новых технологий, а также устройств, снижающих вредное влияние технологических процессов на обслуживающий персонал, на создание эффективных организационных и управленческих воздействий.

Моей задачей является:

- Раскрыть вопрос БЖД на участке газового и плазмохимического травления.
- Раскрыть характеристики и методы расчёта искусственного освещения.

Цели работы:

- рассмотреть потенциальные опасности для жизни и здоровья человека, ведущего работы на участке газового и плазмохимического травления.
- рассмотреть мероприятия, которые способствуют снижению опасности.
- Рассмотреть характеристики и методы расчёты искусственного освещения.

Задание 1. Анализ БЖД на рабочем месте: участок газового и плазмохимического травления

1. Декомпозиция анализируемых объектов:

1.1. Предмет труда. Травление интегральных схем, с помощью газового и плазмохимического травления

1.2. Средства труда. Завод, химически активные газы, вакуумная установка

1.3. Продукт труда. Заготовка для будущей интегральной схемы.

1.4. Технологический процесс травления:

1.4.1. Осмотр пластины.

1.4.2. Доставка плазмообразующего газа, пара или смеси в камеру вакуумной установки.

1.4.3. Образование химически активных частиц в газовом разряде.

1.4.4. Доставка их к обрабатываемой поверхности.

1.4.5. Химические реакции с образованием легко летучих соединений.

1.4.6. Десорбция и удаление образующихся летучих соединений через откачную систему вакуумной установки.

1.5. Производственная среда.

1.5.1. Температура

1.5.2. Интенсивность образования теплового излучения

1.5.3. Теплоизоляция

1.5.4. Наличие легковоспламеняемых веществ

1.5.5. Наличие огнетушащих средств

1.5.6. Освещённости

1.5.7. Уровень шума

1.5.8. Статического электричества

1.5.9. Электромагнитное излучение

1.5.10. Прочность помещения и оборудования

- 1.5.11. Наличие герметичных объёмов
- 1.5.12. Давление
- 1.5.13. Засыпленность
- 1.5.14. Влажность
- 1.5.15. Скорость воздухообмена
- 1.5.16. Поступление в воздух вредных паров, газов и пыли
- 1.5.17. Концентрация токсичных веществ

1.6. Природно-климатическая среда. Средняя полоса России, г. Зеленоград.

Характеристики и параметры наружного воздуха по данным метеостанций (г. Истра, г. Дмитров, г. Клин, Лосиный остров).

Параметры и характеристики наружного воздуха	Периоды года			
	Теплый период года		Холодный период года	
Температура, °C	19 – 27	18 – 26	-14 – -25	-10 – -14
Отн. влажн., %	46 – 67	45 – 68	67 – 83	65 – 85
Запыл., мг/м ³	0,7 – 1.2	0.8 – 1.3	0.9 – 4.3	0.9 – 5.0
Солн. рад., Вт/м ²	180 – 220	180 – 220	20 – 40	19 – 40
Водность тумана и дождей, г/м ³	0.172 – 4.3	1.0 – 4.5	0.34 – 2.7	0.3 – 3.1
Снежность метелей, г/м ³	–	–	2.3 – 6.3	4.3 – 7.0
Скорость ветра, м/с	3.2 – 6.4	3.3 – 6.8	2.7 – 7.8	2.3 – 12.0
Газосодержание (примеси вредных газов), г/кг	0.006	0.009	0.002	0.006

1.7. Флора и фауна. Требования к помещению и технологическому процессу исключают наличие представителей флоры и фауны на рабочем месте и в помещении в целом.

1.8. Люди. К самостоятельному выполнению работ, связанных с травлением кремниевых пластин, допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинский осмотр, прослушавшие инструктаж по охране труда и технике безопасности, обучение и аттестацию на право работ, связанных с травлением кремниевых пластин.

2. Составление перечня факторов обитаемости.

2.1. Физические факторы обитаемости:

- 2.1.1. Параметры микроклимата
- 2.1.2. Нерациональное освещение
- 2.1.3. Электробезопасность
- 2.1.4. Шум оборудования и вентиляционных систем
- 2.1.5. Пожаробезопасность
- 2.1.6. Инфракрасное излучение

2.2. Химические:

- 2.2.1. Используются смеси H_2 . Водород при смеси с кислородом может образовывать взрывоопасную смесь.
- 2.2.2. HBr или бромоводород – обладает удушающим действием
- 2.2.3. HCl или хлороводород – ядовитый газ
- 2.2.4. H_2S или Сероводород – вдыхание воздуха с небольшим содержанием вызывает головокружение, головную боль и тошноту, а со значительной концентрацией приводит к коме, судорогам, отёку лёгких и летальному исходу.
- 2.2.5. Различные хладоны, которые воздействуют на сердечно-сосудистую и нервные системы, может вызывать спазм сосудов и стойкие нарушения микроциркуляции крови

2.3. Биологические - вирусы, бактерии, грибки, разносчиками которых могут быть люди, работающие в производственном помещении.

2.4. Психофизиологические:

2.4.1. Повышенная напряжённость

2.4.2. Монотонность труда

2.4.3. Статические физические нагрузки

3. Количественная и качественная оценка факторов обитаемости

3.1. Содержание кислорода (по объёму) в воздухе производственного помещения должна быть не ниже 19%.

3.2. Концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны не превышает предельно допустимых норм.

3.3. Относительная влажность должна составлять 40-60%.

3.4. Уровень звукового давления около 70 дБ (при использовании дополнительного обдува при большой мощности изделия).

3.5. Скорость движения воздуха должна составлять не более 0,3 м/с в холодный (или переходный) и 0,5 м/с в тёплый периоды времени

3.6. Освещённость рабочего места должна быть достаточно для данного класса работ

4. Сравнение результатов оценки факторов с нормами и допустимыми значениями с целью выявления опасных и вредных производственных факторов.

4.1. Согласно СанПиН «для производства полупроводниковых приборов и интегральных микросхем»:

4.1.1. При использовании рециркуляции в системах КВ объем подачи наружного воздуха должен быть не менее 60 куб. м/ч на одного работающего, но не менее однократного воздухообмена в час при расчётной кратности воздухообмена 10 и более.

4.1.2. В помещениях ПП и ИМС при обеспечении оптимальных параметров микроклимата температура внутренних поверхностей стен и пола не должна отличаться от температуры воздуха более чем на 2 °С.

4.1.3. Коэффициент естественной освещённости (КЕО) должен составлять: - при боковом освещении - не менее 2,5; - при верхнем или верхнем и боковом - не менее 7. Минимально допустимый

уровень освещённости на рабочих местах при выполнении точных зрительных работ должен быть не ниже 1000 лк.

4.2. ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны». Минимальное содержания кислорода в воздухе для помещений 20,5%.

4.3. Нормы параметров микроклимата в помещениях с незначительным избытком тепла (до 20 ккал/час) для постоянных рабочих мест (категория работ средней тяжести). ГОСТ 12.1.005—76 «ССБТ. Воздух рабочей зоны»:

4.3.1. Холодный период ($t^{\circ} < 10^{\circ} \text{C}$)

- а) Температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$: 17 – 19
- б) Относительная влажность, %: 30 – 60
- в) Скорость движения воздуха, м/с: < 0.4

4.3.2. Тёплый период ($t^{\circ} > 10^{\circ} \text{C}$)

- а) Температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$: 15 – 20
- б) Относительная влажность, %: < 76
- в) Скорость движения воздуха, м/с: < 0.6

5. Комплексная оценка условий жизнедеятельности и возможности возникновения опасных ситуаций.

5.1. Категории тяжести и напряжённости труда.

5.1.1. По тяжести труда оценивается труд оператора травления изделий микроэлектроники как оптимальный (работы производятся сидя, не требуют систематического физического напряжения, поднятия и переноски тяжестей).

5.1.2. По напряжённости труда, труд оператора травления можно отнести к допустимому, так как только 4 показателя (менее 5) отнесены 3.1 или 3.2 степеням вредности, остальные показатели имеют оценку 1-го и 2-го классов

5.2. Условия труда соответствуют гигиеническим требованиям, большинство действий происходит в специализированных установках, относится ко второму классу.

5.3. Труд оператора травления можно оценить как допустимый

6. Выбор принципов и методов (А, Б, В, Г), разработка мероприятий, выбор и расчёт средств защиты работающих от опасных и вредных факторов

6.1. Для защиты работника на месте установки кристаллов в корпус нужно пользоваться методом Г – комбинацией мероприятий А и Б

6.2. Принципы улучшения условий труда:

6.2.1. Технические

а) производственное помещение должно быть оборудовано системами кондиционирования и обеспыливания воздуха (кратность воздухообмена - 10 объёмов в час по схеме «сверху вниз»)

б) очистка воздуха, подаваемого в помещение, должна быть с двухступенчатой фильтрацией: 1 ступень на входе в кондиционер (применяются сухие пористые рулонные, ячейковые и электрические фильтры); 2 ступень - непосредственно перед воздухоподаточными устройствами производственного помещения

в) необходимо обеспечить герметизацию производственного помещения на воздухопыленепроницаемость, максимальную защиту от теплопоступлений летом и теплопотерь зимой

г) необходимо обеспечить избыточное давление отфильтрованного кондиционированного воздуха относительно соседних помещений (не менее 20 Па), устройство скрытых промпроводок и специальную внутреннюю отделку помещений из непылящих пыленепроницаемых и пылеотталкивающих материалов;

д) системы вентиляции и кондиционирования воздуха должны быть оборудованы звуко- и вибропоглощающими устройствами;

6.2.2. Организационные принципы:

а) к самостоятельному выполнению работ, связанных производством, допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинский осмотр, обучение и аттестацию на право работ по установке кристаллов в корпус и герметизации микросхем,

инструктаж по технике безопасности с отметкой в журнале инструктажа (не реже 1 раза в 3 месяца);

б) рабочий может выполнять только ту работу, которая ему поручена, и при условии, что способы безопасного выполнения ее им усвоены;

в) необходимо соблюдать требования гигиены на рабочем месте;

г) необходимо соблюдать режим труда и отдыха

6.2.3. Эргономические принципы:

а) рабочие места и оборудование по своим параметрам должны соответствовать современным требованиям эргономики;

б) окраска рабочей зоны должна решаться с учётом создания цветовых контрастов между зоной, оборудованием и деталями, а также с учётом воздействия на психику человека, на его эстетическое восприятие (изменяется состояние зрительного анализатора, самочувствие, настроение, а, следовательно, и работоспособность человека)

6.2.4. Экономические принципы: поощрение работодателей за улучшение условий труда и сохранение здоровья трудящихся.

Задание 2. Характеристики и методы расчёта искусственного освещения

Освещение характеризуется количественными и качественными показателями. К количественным показателям относятся: световой поток, сила света, освещённость, яркость.

Та часть лучистого потока, которая воспринимается зрением человека, как свет, называется световым потоком Φ и измеряется в люменах (лм).

Световой поток определяется как величина не только физическая, но и физиологическая, поскольку измерение ее основывается на зрительном восприятии.

Все источники света, в том числе и осветительные приборы, излучают световой поток в пространство неравномерно, поэтому вводится величина в пространственной плотности светового потока – сила света I , которая определяется как отношение светового потока $d\Phi$, исходящего от источника и распространяется равномерно внутри элементарного телесного угла $d\Omega$, к величине этого угла $I = d\Phi / d\Omega$.

За единицу силы света принята кандела (кд). Одна кандела – сила света, испускаемого с поверхности площадью $1/600\,000 \text{ м}^2$ полного излучателя в перпендикулярном направлении при температуре платины (2046,65 К) при давлении 101 325 Па.

Освещённость E – отношение светового потока $d\Phi$ падающего на элемент поверхности dS , к площади этого элемента $E = d\Phi / dS$. За единицу освещённости принят люкс (лк).

Яркость L элемента поверхности dS под углом Θ относительно нормали этого элемента есть отношение светового потока $d^2\Phi$ к произведению телесного угла $d\Omega$ в котором он распространяется, площади dS и косинусу угла Θ : $L = \frac{d^2\Phi}{d\Omega dS \cos \theta} = \frac{dI}{dS \cos \theta}$, где dI – сила света, излучаемого поверхностью dS в направление Θ . Яркость измеряется в $\text{кд} \cdot \text{м}^{-2}$.

Коэффициент отражения ρ характеризует способность поверхности отражать падающий на неё световой поток. Определяется как отношение отражённого от поверхности светового потока $\Phi_{\text{отр}}$ к падающему на нее световому потоку $\Phi_{\text{пад}}$.

К основным качественным показателям освещения относятся коэффициент пульсаций, показатель ослепленности и дискомфорта, спектральный состав света.

Задачей расчёта является определение мощности в электрической осветительной установке для создания в производственном помещении заданной освещённости.

Проектируя осветительную установку необходимо решить ряд вопросов:

1. Выбрать тип источника света.
2. Определить систему освещения.
3. Выбрать тип светильников с учётом характеристик светораспределения, ограничения прямой блескости, по экономическим показателям, условиям среды, а также с учётом требований взрыво- и пожаробезопасности.
4. Распределить светильники и определить их кол-во.
5. Определить норму освещённости.

Для расчёта общего равномерного освещения при горизонтальной рабочей поверхности основным является **метод светового потока** (коэффициент использования), учитывающий световой поток, отражённый от потолка и стен. Световой поток $\Phi_{\text{л}}$ (лм) при лампах накаливания или световой поток группы ламп светильника при люминесцентной лампах рассчитывают по формуле

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{100 E_{\text{н}} S z k}{N \eta}$$

где $E_{\text{н}}$ – нормированная минимальная освещённость, лк; S – площадь освещаемого помещения, м²; z – коэффициент минимальной освещённости, равный отношению $E_{\text{ср}}/E_{\text{мин}}$, значения которого для ламп накаливания и ДРЛ – 1.15, для люминесцентных – 1.1; k – коэффициент запаса; N – число светильников в помещении; η – коэффициент использования светового потока ламп, зависящий от КПД и кривой распределения силы света светильника, коэффициента отражения потолка $\rho_{\text{п}}$ и стен $\rho_{\text{с}}$, высоты подвеса светильников и показателя помещения i .

Точечный метод применяют для расчёта локализованного и комбинированного освещения, освещения наклонных и вертикальных

плоскостей, и для проверки расчёта равномерного общего освещения, когда отражённым световым потоком можно пренебречь.

В основу точечного метода положено уравнение

$$E = I_{\alpha} \cos \alpha / r^2$$

где I_{α} – сила света в направлении от источника на данную точку рабочей поверхности, кд; r – расстояние от светильника до расчётной точки, м; α – угол между нормалью рабочей поверхности и направлением светового потока от источника.

Для практического применения, в формулу вводится коэффициент запаса k и заменяем r на $\frac{H_{\rho}}{\cos \alpha}$:

$$E = I_{\alpha} \frac{\cos^3 \alpha}{k H_{\rho}}$$

Данные о распределении силы света I_{α}

Метод удельной мощности является наиболее простым, но и наименее точным, поэтому его применяют только при ориентировочных расчетах. Этот метод позволяет определить мощность каждой лампы P_{λ} (Вт) для создания в помещении нормируемой освещённости:

$$P_{\lambda} = pS/n$$

где p – удельная мощность, Вт/м²; S – площадь помещения; n – число ламп в осветительной установке. Значения удельной мощности приводят в соответствующих таблицах в зависимости от уровня освещённости, площади помещения, высоты помещения, высоты подвеса и типа светильников.

Задание 3. Задача

Задание 1. В производственном помещении выделяются пары ацетона CH_3COCH_3 ($\text{ПДК}_{\text{CH}_3\text{COCH}_3} = 200 \text{ мг/м}^3$). Работу выполняют N мужчин и M женщин, каждый из которых выделяет CO_2 ($\text{ПДК}_{\text{CO}_2} = 1,5 \text{ мг/м}^3$) в количестве 45 г/ч.

Определить необходимый объем подаваемого в помещение воздуха и кратность воздухообмена при следующих значениях исходных данных:

Вариант	Количество мужчин N , чел.	Количество женщин M , чел.	Объем помещения $V_{\text{п}}$, м^3	Температура воздуха, удаляемого из помещения t_v , $^{\circ}\text{C}$	Оптимальная температура воздуха в рабочей зоне $t_{\text{опт}}$, $^{\circ}\text{C}$	Количество паров ацетона $G_{\text{вр}}$, г/ч	Характер выполняемых работ
1	10	50	200	25	23	100	Легкая
2	20	40	150	24	22	100	Тяжелая

3	10	15	100	26	22	50	Легкая
4	70	30	300	27	23	150	Средней тяжести
5	30	30	250	25	21	120	Легкая
6	50	20	250	25	20	100	Средней тяжести
7	20	35	175	26	21	75	Тяжелая
8	35	35	220	24	21	200	Легкая
9	45	30	190	27	23	70	Легкая
10	40	60	350	26	22	170	Средней тяжести

Определить необходимый объем воздуха и кратность воздухообмена в помещении, в котором выделяются пары ацетона CH_3COCH_3 в количестве 80 г/ч, лёгкую работу выполняют 15 мужчин и 15 женщин, каждый из которых выделяют CO_2 в количестве 45 г/ч, $\text{ПДК}_{\text{CH}_3\text{COCH}_3} = 200 \text{ мг/м}^3$; $\text{ПДК}_{\text{CO}_2} = 1,5 \text{ мг/м}^3$; $V_u = 130$

м^3 ; $t_{\text{опт}} = 20^\circ\text{C}$; $t_{\text{уд}} = 26^\circ\text{C}$. Тепловыделение от одного мужчины составляет 335 кДж/ч, от одной женщины — 285 кДж/ч.

Необходимые воздухообмены для удаления вредных паров ацетона и углекислого газа

$$L_{\text{CH}_3\text{COCH}_3} = \frac{80 \cdot 10^3}{200 - 0.3 \cdot 200} \approx 572 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_{\text{CO}_2} = \frac{45 \cdot 30}{1.5 - 0.3 \cdot 1.5} \approx 1286 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Необходимый воздухообмен для удаления теплоизбытков

$$L = \frac{15 \cdot 335 + 15 \cdot 285}{1 \cdot 1.2 \cdot (26 - 15)} \approx 705 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Так как при одновременном выделении в рабочую зону вредных веществ, не обладающих однонаправленным действием на человека, необходимый воздухообмен принимается по наибольшему расчётному количеству воздуха, то за конечный воздухообмен L берём $L_{\text{CO}_2} = 1286 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Кратность воздухообмена

$$K_B = \frac{L}{V_n} = \frac{1286}{130} \approx 10$$

Список литературы

1. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов (С. В. Белов, А. В. Ильицкая, А.Ф. Козяков и др.) под редакцией С. В. Белова - М.:Высшая школа, 2005 г. - 448 стр.
2. Охрана труда в машиностроении: Учебник для вузов (Е. Я. Юдин, С. В. Белов, С. К. Баланцев и др.). Под редакцией Е. Я. Юдина, С. В. Белова - М.: Машиностроение, 1983 г. - 432 стр.
3. Методические указания по выполнению домашних заданий по курсу «Безопасность жизнедеятельности» (Никулина И.М.) М.: МИЭТ, 2008. - 108 стр.

Интернет источники:

<http://window.edu.ru/resource/784/76784/files/plazmohim.pdf>

<https://3ys.ru/osnovy-mikroelektroniki/travlenie.html>

<https://lektsii.org/7-16413.html>

<https://ru.wikipedia.org/wiki/Бромоводород>

<https://ru.wikipedia.org/wiki/Хлороводород>

<https://ru.wikipedia.org/wiki/Сероводород>

<https://ru.wikipedia.org/wiki/Фреоны>

https://www.rusnano.com/upload/images/sitefiles/files/ПС_Оператор_прециз_травления_изд_микроэлектроники.pdf

<http://www.authorstream.com/Presentation/irinazhdanova718-1828343/>