

УДК 629.039.58

АНАЛИЗ И УЛУЧШЕНИЕ УСЛОВИЙ ТРУДА НА УЧАСТКЕ СБОРКИ И МОНТАЖА МИКРОСХЕМ

¹Марков А.С., ²Трунова И.Г., ²Пачурин Г.В., ¹Шевченко С.М.

¹ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный педагогический университет им. К. Минина»,
Нижегород, e-mail: shevchenko.sm@mail.ru;

²ФБГУ ВО «Нижегородский государственный университет им. Р.А. Алексеева»,
Нижегород, e-mail: pachuringv@mail.ru

Работопосвящена решению важной задачи улучшения труда в процессе производства микросхем. Состояние условий труда на производстве является одним из основных факторов оценки охраны труда, являющейся одним из основных направлений деятельности любого производства. В настоящее время появляются новые производства, внедряются более совершенные экологичные, энергосберегающие технологии и оборудование, но, к сожалению, современное производство продолжает оставаться источником опасных и вредных производственных факторов. С целью обеспечения охраны труда в первую очередь необходимо провести четкое и адекватное выявление имеющихся мест быть опасных и вредных факторов на производстве. Это позволит разработать мероприятия по их устранению, улучшить условия труда, снизить травматизм, профессиональный риск и профессиональные заболевания сотрудников. В работе представлены результаты идентификации и анализа условий труда и разработанные мероприятия по их улучшению на участке сборки и монтажа микросхем.

Ключевые слова: условия труда, охрана труда, сборка микросхем, аттестация рабочих мест по условиям труда

ANALYSIS AND IMPROVEMENT OF WORKING CONDITIONS IN THE AREA ASSEMBLY AND INSTALLATION CIRCUITS

¹Markov A.S., ²Trunova I.G., ²Pachurin G.V., ¹Shevchenko S.M.

¹Nizhny Novgorod State Pedagogical University K. Minin, Nizhny Novgorod,
e-mail: shevchenko.sm@mail.ru;

²Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.A. Alekseev, Nizhny Novgorod,
e-mail: pachuringv@mail.ru

The work is devoted to the challenging task of improving labor in the production of microchips. Working conditions in the production is a major factor in evaluating occupational safety and health, which is one of the main activities of any production. Currently, there are new production, introduced more advanced eco-friendly, energy-saving technologies and equipment, but, unfortunately, the current production continues to be a source of dangerous and harmful factors. In order to ensure safety in the first place it is necessary to draw a clear and adequate identification with the place to be dangerous and harmful factors in the workplace. This will develop measures to address them, to improve working conditions, reduce injuries, occupational risk and professional staff of the disease. The results of the identification and analysis of working conditions and to develop measures for their improvement at the assembly area and the mounting chips.

Keywords: working conditions, health and safety, the assembly of chips, certification of workplaces on working conditions

Состояние условий труда на производстве является одним из основных факторов оценки охраны труда. В Российской Федерации появляются новые производства, внедряются более совершенные экологичные, энергосберегающие технологии и оборудование [7, 12]. К сожалению, современное производство продолжает оставаться источником опасных и вредных производственных факторов [2, 4]. Наблюдается ежегодный рост количества рабочих мест, не отвечающих гигиеническим нормативам условий труда, что связано с износом основных фондов и применением устаревших технологий производства [5, 9]. При этом для предприятий, выходящих на международный рынок, постоянно возрастают требования к обеспе-

чению безопасности и культуры производственных процессов.

Условия труда на производстве обеспечиваются безопасностью конструкций промышленного оборудования и надежностью его работы, безопасностью и безвредностью всех технологических процессов [11, 13], а также обуславливается так называемым «человеческим фактором» [10].

Это вызывает необходимость усовершенствования существующих разработки новых методов обеспечения безопасных и здоровых условий труда [1]. В то же время уровень производственного травматизма, профессиональной и производственно- обусловленной заболеваемости в нашей стране в целом и в Нижегородской области

в частности до сих пор остается достаточно высоким [3,8]. Наблюдается тревожная тенденция [8, 9] отсутствия существенного повышения удельного веса работников, занятых в условиях, отвечающих гигиеническим нормативам условий труда.

При производстве микросхем и микросборок совершенно неприменимы обычные методы монтажа, пайки и сварки, используемые при производстве функциональных узлов и микромодулей, так как большинство полупроводниковых материалов и диэлектрических подложек из керамики и стекла обладают низкой теплопроводностью, узкой зоной пластичности и малой сопротивляемостью к воздействию термических и механических напряжений.

Внутренний монтаж микросхем включает в себя технологические операции по ориентированию и разделению пластин с готовыми структурами на кристаллы (подложки), установке и креплению одной или нескольких микросхем в корпусе и выполнению внутрисхемных соединений. Крепление кристаллов микросхемы осуществляют методом пайки, сварки или приклеиванием.

Внутрисхемные соединения между напыленными на кристаллы контактными площадками микросхемы и выводами ее корпуса выполняют проволочными перемычками, в качестве которых используют медные и золотые микропровода толщиной от 8 до 60 мкм или осуществляют беспроволочный монтаж. К беспроволочному монтажу относятся подсоединение кристаллов с выводами, сборка на рамке, ленте или гибком носителе.

В зависимости от сочетания материалов и конструкции выводов при сборке микросхем применяют микросварку (термокомпрессионную, ультразвуковую, контактную, электронно-лучевую, лазерную) и микропайку.

Технологический процесс производства микросхем связан с целым рядом операций, наиболее важными из которых являются

пайка (сварка), сборка, герметизация и армирование керамических плат.

Сборщик микросхем должен обладать определенными профессионально важными качествами: высокая зрительно-двигательная координация; пространственное воображение; оперативная память; аккуратность; мышечно-суставная чувствительность; устойчивость к монотонии.

К основным медицинским противопоказаниям относятся дефекты зрения, заболевания костно-мышечного аппарата кистей и пальцев рук и болезни, связанные с потерей сознания.

В качестве основных материалов, используемых при производстве микросхем применяются припой на основе олова и канифоль. Основные характеристики используемых материалов представлены в табл. 1–3.

Припой оловянно-свинцовые (ПОС)

Лужение и пайка электро- и радиоаппаратуры, печатных схем, точных приборов с высокогерметичными швами; лужение и пайка внутренних швов пищевой посуды и медицинской аппаратуры, деталей из оцинкованного железа с герметическими швами.

Припой оловянно-свинцовые с кадмием марки (ПОСК)

Припой оловянно-свинцово-кадмиевый ПОСК 50–18, применяется для ступенчатой пайки. Применяется для полупроводниковой техники, для пайки деталей чувствительных к перегреву, для пайки алюминия, алюминия с медью и ее сплавами в монтажных соединениях, сплавов алюминия между собой, для пайки и лужения меди, никеля, латуни, бронзы, медных и медно-никелевых сплавов с посеребренной керамикой, пайки посеребренных деталей, для пайки и лужения ювелирных изделий.

Состав: олово – 50%; свинец – 32%; кадмий – 18%. Массовая доля примесей: сурьма – 0,2%; медь – 0,08%; висмут – 0,2%; мышьяк – 0,03%; железо – 0,02%; никель – 0,02%; сера – 0,02%; цинк – 0,002%; алюминий – 0,002%.

Таблица 1

Характеристики ПОС 61

Марка	Температура расплавления	Область применения
ПОС 61	190°C	Лужение и пайка электро/радиоаппаратуры, печатных плат точных приборов с высокогерметичными швами, где недопустим перегрев

Таблица 2

Химический состав ПОС 61

Основные примеси	Sn, %	Pb, %	Sb, %	Cu, %	Bi, %	As, %	Fe, %	Ni, %	S, %	Zn, %	Al, %
Марка ПОС 61	59–61	баланс	0,05	0,05	0,1	0,02	0,02	0,02	0,02	0,002	0,002

Таблица 3

Технические характеристики ПОСК 50–18

Температура плавления	145°С
Плотность	8,8 г/см ³
Удельное электросопротивление	0,133 Ом·мм ² /м
Теплопроводность	0,130 ккал/см·с·град
Время сопротивление разрыву	4,0 кгс/мм ²
Относительное удлинение	40 %
Ударная вязкость	4,9 кгс/см ²

Таблица 4

Оценка условий труда

Наименование факторов производственной среды и трудового процесса	Класс условий труда
Химический	2
Биологический	–
Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия	–
Шум	2
Инфразвук	–
Ультразвук воздушный	2
Вибрация общая	3.1
Вибрация локальная	–
Неионизирующие излучения	2
Ионизирующие излучения	–
Микроклимат	2
Световая среда	2
Тяжесть труда	3.2
Напряженность труда	2
Общая оценка условий труда по степени вредности и (или) опасности факторов производственной среды и трудового процесса	3.2

При монтаже электро- и радиоаппаратуры наиболее широко применяются канифоль и флюсы, приготовленные на её основе с добавлением неактивных веществ – спирта, глицерина и даже скипидара. Канифоль негигроскопична, является хорошим диэлектриком, поэтому не удаленный остаток её не представляет опасности для паяного соединения.

По карте аттестации рабочего места по условиям труда сборщика микросхем, на участке сборки и монтажа микросхем был проведен комплексный анализ, результаты которого приведены ниже.

Оценка условий труда:

а) по степени вредности и (или) опасности факторов производственной среды и трудового процесса (табл. 4).

Результаты исследований параметров наиболее значимых факторов производственной среды и трудового процесса приведены ниже.

Общая вибрация

Согласно ГОСТ 31319–2006 «Вибрация. Измерение общей вибрации и оценка ее воз-

действия на человека. Требования к проведению измерений на рабочих местах» на участке сборки и монтажа микросхем и микросборок проводились измерения и оценки вибрации прибором: анализатор шума и вибрации «Ассистен». Замеры проводились в 4 точках (рабочие зоны). Фактическое значение виброускорения – 88 дБ, при нормативном значении 84 дБ, превышение в 5 дБ.

Заключение: класс условий труда – 3.1.

Тяжесть труда

Согласно Руководство Р 2.2.2006–05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» на участке сборки и монтажа микросхем и микросборок проводились измерения и оценки тяжести трудового процесса. Рабочая поза – периодическое, до 80% времени смены нахождение в неудобной и/или фиксированной позе; пребывание в вынужденной позе (на коленях, на корточках и т.п.) более 25% времени смены.

Оценка тяжести труда проводилась по 7 основным показателям:

1 – физическая динамическая нагрузка;

- 2 – масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную;
- 3 – стереотипные рабочие движения;
- 4 – статическая нагрузка;
- 5 – рабочая поза;
- 6 – наклоны корпуса;
- 7 – перемещение в пространстве.

Тяжесть труда должна оцениваться на каждом рабочем месте. При оценке тяжести труда оцениваются все выше перечисленные показатели. Исходя из характеристики трудового процесса делается вывод о необходимости выполнения каждого из показателей тяжести труда в связи с технологическим процессом. Если он является характерным, проводится его количественная или качественная оценка для установления класса условий труда. Если показатель не используется по ходу трудового процесса, при оформлении протокола для неиспользуемых показателей в графе фактическое значение ставится прочерк, а в классе оценки – 1.

Оценка тяжести труда проводится в расчете на рабочую смену (8 часов). Оценка ведется не по отдельным операциям, которые работник выполняет согласно своей должностной инструкции, а в течении всей смены. При выполнении работ, связанных с неравномерными физическими нагрузками в разные смены, оценку показателей тяжести трудового процесса (за исключением массы поднимаемого и перемещаемого груза и наклонов корпуса), следует проводить по усредненным показателям за 2–3 дня в пересчете на одну рабочую смену.

Заключение: класс условий труда – 3.2.

Таким образом согласно карты аттестации и проведенного анализа на рабочем месте сборщика микросхем, участка сборки и монтажа микросхем выявлено следующее:

- повышенный уровень общей вибрации (3.1);
- тяжесть труда (3.2).

Выполняются работы в особых условиях труда или выполняются работы в особых условиях труда, связанных с наличием чрезвычайных ситуаций – «НЕТ».

б) по травмоопасности – 1 класс (оптимальный).

в) по обеспечению СИЗ – рабочее место соответствует обеспеченности СИЗ.

Необходимость проведения медицинских осмотров – «ДА».

Компенсации работникам (табл. 5), занятым на тяжелых работах, работах с вредными и (или) опасными условиями труда.

Следовательно, рабочее место сборщика микросхем на участке сборки и монтажа микросхем аттестовано с комплексной оценкой условий труда «не соответствует государственным нормативным требованиям охраны труда».

На основании вышеизложенного разработаны рекомендации по улучшению и оздоровлению условий труда, по подбору работников:

1 – предусмотреть мероприятия по снижению уровня вибрации;

2 – возможность применения труда лиц до 18 лет – «НЕТ» (Перечень тяжелых работ и работ с вредными или опасными условиями труда, при выполнении которых запрещается применение труда лиц моложе восемнадцати лет (постановление Правительства РФ от 25.02.2000 г. №163), раздел XLIII, пункты 2077, 2078, 2080, 944).

С целью снижения уровня вибрации предложены два способа: система активной виброизоляции и монтаж плавающего пола по деревянным лагам с применением креплений VibrofixFloor.

Системы активной виброизоляции позволяют полностью обезопасить технологический процесс при работе с микроскопами и установками микросварки. Монтаж плавающего пола по деревянным лагам позволит полностью изолировать весь участок от негативного воздействия вибрации. Наилучшим вариантом является одновременное применение обоих способов виброизоляции. Данный способ позволит понизить уровень общей вибрации до нормы и соответственно класс условий труда будет равен 2.

Снижение физического напряжения у работающих, повышение безопасности и эффективности труда предлагается реализовать путем выполнения следующих мероприятий:

Механизация работ. При реализации данного мероприятия необходимо обратить внимание на основные показатели комплексной механизации и закономерности, которые характеризуют эффективность средств механизации, методику и порядок выбора машин для ведущих и не ведущих операций; определить схемы организации технологических процессов, руководствуясь организационно-технологической документацией: технологические карты и расчеты, карты трудовых процессов, схемы операционного контроля качества работ, нормокомплекты для проведения работ, калькуляции трудовых расходов.

Приобретение и своевременный ремонт средств малой механизации. К средствам малой механизации относятся приспособления, рабочий инструмент, оборудование, машины и механизмы для механизации вспомогательных и малообъемных строительных и монтажных работ.

Внедрение в производственную деятельность наиболее целесообразного режима труда и отдыха (рациональной системы чередования периодов работы и перерывов между ними).

Таблица 5

Компенсации работникам

№ п/п	Виды компенсаций	Фактическое наличие	По результатам оценки условий труда	
			необходимость в установлении компенсации, (да, нет)	основание
1.	Размер повышения оплаты труда работников	Да	Да	Трудовой кодекс РФ, ст. 147, постановление Правительства РФ от 20.11.08 г. №870, п.1
2.	Ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск	Нет	Да	Трудовой кодекс РФ, ст. 117, постановление Правительства РФ от 20.11.08 г. №870, п.1
3.	Продолжительность рабочего времени	Нет	Нет	отсутствует
4.	Молоко или другие равноценные пищевые продукты	Да	Нет	отсутствует
5.	Лечебно-профилактическое питание	Нет	Нет	отсутствует

Право на досрочное назначение трудовой пенсии – «НЕТ».

Кроме регламентированных перерывов используются микропаузы – перерывы продолжительностью от нескольких секунд до 1 мин. Микропаузы обязательны в любом трудовом процессе, например, в форме пауз для органов или мышц (кратковременные паузы для перестройки процессов возбуждения и торможения отдельных функциональных систем или органов без общего прерывания трудового процесса).

Производственная гимнастика. Она является профилактическим мероприятием для нормализации мышечного утомления, а также функций кровообращения и дыхания. В основе производственной гимнастики лежит феномен активного отдыха – утомленные мышцы быстрее восстанавливают свою работоспособность не при полном покое, а при работе других мышечных групп. В результате производственной гимнастики увеличивается жизненная емкость легких, улучшается деятельность сердечно-сосудистой системы, повышается функциональная возможность анализаторных систем, увеличивается мышечная сила и выносливость.

Внедрение предлагаемых мероприятий по снижению тяжести трудового процесса позволяет понизить класс условий труда до 3.1.

Список литературы

1. Галка Н.В., Пачурин Г.В., Шевченко С.М., Горшкова Т.А. Оценка тепловой нагрузки в производственном помещении учреждения быстрого питания // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 9 (часть 3). – С. 390–393.

2. Пачурин Г.В. Производственный травматизм. Монография / Г.В. Пачурин, Т.И. Курагина, Н.И. Щенников. – LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, Germany, 2012. – 201 с.

3. Пачурин Г.В., Щенников Н.И., Курагина Т.И., Филиппов А.А. Профилактика и практика расследования несчастных случаев на производстве: Учебное пособие / Под общ. ред. Г.В. Пачурина. – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Изд. «Лань», 2015. – 384 с.

4. Пачурин Г.В., Елькин А.Б., Миндрин В.И., Филиппов А.А. Основы безопасности жизнедеятельности: для технических специальностей: учебное пособие / Г.В. Пачурин [и др.]. – Ростов н/Д: Феникс, 2016. – 397 с.: ил. – (Высшее образование).

5. Филиппов А.А., Пачурин Г.В., Щенников Н.И., Курагина Т.И. Производственный травматизм и направления его профилактики // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 1. – С. 45–50.

6. Филиппов А.А., Пачурин Г.В., Кузьмин Н.А. Снижение опасных и вредных факторов при очистке поверхности сортового проката // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 2–1. – С. 38–43.

7. Филиппов А.А., Пачурин Г.В., Кузьмин Н.А. Оценка опасных и вредных факторов при производстве калиброванного проката и их устранение технологическими методами // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 7–2. – С. 161–164.

8. Щенников Н.И., Пачурин Г.В. Пути снижения производственного травматизма // Современные наукоемкие технологии. – 2008. – № 4. – С. 101–103.

9. Щенников Н.И., Курагина Т.И., Пачурин Г.В. Состояние охраны труда в ОАО «Павловский автобус» // Фундаментальные исследования. – 2009. – № 1. – С. 44–44.

10. Щенников Н.И., Курагина Т.И., Пачурин Г.В. Психологический акцент в анализе производственного травматизма и его профилактики // Современные проблемы науки и образования. – 2009. – № 4. – С. 162–169.

11. Pachurin G.V. Ruggedness of structural material and working life of metal components // Steel in Translation. – 2008. – Т. 38. – №3. – С. 217–220.

12. Pachurin G.V., Filippov A.A. Economical preparation of 40X steel for cold upsetting of bolts // Russian Engineering Research. – 2008. – Т. 28. – № 7. – С. 670–673.

13. Filippov A.A., Pachurin G.V., Naumov V.I., Kuzmin N.A. Low-Cost Treatment of Rolled Products Used to Make Long High-Strength Bolts // Metallurgist. – 2016. – Vol. 59. – Nos. 9–10. January. – С. 810–815.