

ПРОБЛЕМИ ГІГІЄНИ ПРАЦІ ТА ПРОМИСЛОВОЇ БЕЗПЕКИ У ВИРОБНИЦТВІ НАПІВПРОВІДНИКІВ

*Арламов О.Ю., к.т.н., доц. (каф. ОППЦБ КПІ ім. Ігоря Сікорського);
Поклад О.О., студ. (гр. ВМ-51, ФАКС КПІ ім. Ігоря Сікорського)*

У сучасному світі виробництво напівпровідників є однією з найбільш перспективних галузей, розміри якої збільшуються з кожним днем. Якщо в 2010 році у світі вироблялося приблизно 400 мільярдів одиниць напівпровідникової продукції, зараз їх кількість збільшилася до одного трильйону. Питання забезпечення безпеки, здорових та належних умов праці у цій галузі не втрачає своєї актуальності. Адже зі збільшенням темпів і масштабів виробництва збільшується і потреба в ідеально функціонуючій системі менеджменту ризиків.

Розглянемо нагальні проблеми гігієни праці та промислової безпеки у «напівпровідниковій» промисловості? З першого погляду здається, що критикувати нічого: робочі умови якщо не ідеальні, то близькі до таких; на підприємствах широко використовуються індивідуальні засоби захисту – рукавиці, спецодяг, респіратори. Та й в цілому науковці схилиються до думки, що виробництво напівпровідникових приладів не настільки небезпечне: статистика Університету Вандербільта, США, демонструє, що робота на таких підприємствах не призвела до збільшення смертності серед працівників як від раку, так і від інших професійних захворювань чи травм [1].

Проте існує і діаметрально протилежна думка – виробництво напівпровідників пов'язано з безліччю загроз, які залишаються без уваги при створенні системи охорони праці на підприємстві.

«Напівпровідникова» індустрія має декілька особливостей, що не дозволяють проаналізувати весь спектр можливих ризиків. По-перше, підприємці можуть легко приховувати існуючі проблеми зі здоров'ям працівників, начебто захищаючи таємницю процесу виробництва. По-друге, еволюція «напівпровідникової» технології призводить до того, що нові матеріали та технологічні процеси замінюють старі ще до появи на них сертифікатів якості і результатів досліджень. По-третє, зовнішня перевірка безпеки робочого місця та робочих умов відбувається досить рідко, тому здоров'я працівників безпосередньо залежить лише від чесності роботодавця.

Тож ця промисловість дійсно настільки «чиста», наскільки здається? Проаналізуємо засоби індивідуального захисту, що видаються робітникам на підприємствах. Зазвичай спецодяг представляє собою білий робочий комбінезон, рукавиці і маску або респіратор. На ідеальному виробництві перелічені засоби не тільки захищають мікросхеми від контакту з людським тілом, але захищають і працівників від потенційних загроз, що несуть отруйні та вибухонебезпечні речовини. Але цікаво те, що досить часто мова йде про однобічний захист – захист мікросхем.

Згадаємо ситуацію у Кореї у 2009 році. Незалежне агентство перевірило декілька компаній-виробників напівпровідникової продукції і виявило, що

контролюються тільки 10 відсотків 424 використовуваних хімічних компонентів. А коли Кореїський науково-дослідний інститут з питань охорони праці у 2010 році проаналізував смертність від раку серед працівників промислових підприємств, на галузь виробництва напівпровідникових виробів прийшлося більше 113 тисячі смертей за період від 1998 до 2008 року.

Зрозуміло, неможливо порівнювати 2010 рік з 2018: часи змінюються, а разом з ними змінюються і умови праці. Проте кількість ризиків зазвичай тільки збільшується.

Зараз виробництво інтегральної схеми складається мінімум з 11 процесів, кожен з яких потенційно небезпечний для працівника. Перший з них – окислення поверхні пластини для створення тонкого шару діоксиду кремнію, що необхідний для ізоляції шарів мікросхеми. Найбільш поширений спосіб окислення – термічний: спеціальні підкладки завантажуються у кварцові ємності і поміщуються у піч, нагріту до 1200 градусів Цельсія.

Чим небезпечний цей процес? При окисненні металевої пластини виділяються токсичні гази, зокрема хлороводню. Хлороводень за ступенем дії на організм відноситься до II-го класу небезпеки – високо небезпечних шкідливих речовин. Навіть мінімально більша за 5 мг/м³ (гранично допустиме значення) концентрація хлороводню у робочому приміщенні при тривалій дії на організм працюючого може призвести до кашлю, запалення носа, горла, і верхніх дихальних шляхів. Контактуючи зі шкірою може викликати почервоніння, біль, і важкі опіки. Небезпека цього газу полягає в тому, що при його витоку критична концентрація в 75-150 мг/м³ досягається досить швидко. Ця концентрація не переноситься людьми і викликає набряк легень, порушення роботи кровоносної системи відчуття задухи, втрату свідомості. Хлористий водень спричиняє серйозні опіки очей і незворотне пошкодження очей.

Аби у виробничому приміщенні концентрація хлороводню була мінімальною, в ньому повинна існувати правильна система вентиляції. А як демонструє закордонна практика, навіть при наявності вентиляції, працівники все одно забезпечуються респіраторами, використовуваними за необхідності. Важливо зазначити, що мова йде саме про систему припливно-витяжної вентиляції, а не місцеві витяжки, оскільки останні при великих масштабах виробництва не є ефективними.

Захист шкіри і очей відбувається за рахунок індивідуальних засобів захисту: рукавиць, робочих комбінезонів і захисних масок. Як було сказано раніше, важливо, щоб усе перелічене дійсно захищало працівника, а не лише компоненти, з якими він працює, а також не впливало на ефективність виробничого процесу. Наприклад, ті ж самі рукавиці, окрім захисту, повинні забезпечувати і спритність у роботі.

Після ідентифікації ризику – вплив токсичних газів – і впровадження системи захисту від нього, що включає вентиляцію та використання індивідуальних засобів захисту, необхідно подбати і про технічне забезпечення виробничих приміщень.

Все перераховане і формує систему захисту від впливу токсичних газів

при виробництві напівпровідникових приладів. Хоча, не зважаючи на значну стурбованість суспільства з приводу негативних наслідків роботи у даній промисловості, досить важко прийти до остаточно висновку – чи сучасні умови праці у компаніях-виробниках напівпровідникової продукції з урахуванням усіх згаданих мір дійсно забезпечують необхідний рівень захисту працівників?

Що стосується ситуації в Україні, більшість існуючих підприємств є або представництвами закордонних компаній, наприклад, Activ Solar, або відкриті за рахунок іноземних інвесторів. У своїй роботі, окрім Закону України «Про охорону праці», вони керуються і нормативно-правовими актами з охорони праці, а саме: НПАОП 24.66-1.01-82 «Правила безпеки при виробництві напівпровідникових матеріалів (германію і кремнію)», НПАОП 0.00-8.11-12 «Вимоги до роботодавців щодо захисту працівників від шкідливого впливу хімічних речовин», НПАОП 28.5-1.02-07 «Правила охорони праці при термічній обробці металів» тощо. Варто зазначити, що до 01.01.2017 року існували «Санітарні правила для виробництва напівпровідникових приладів та інтегральних мікросхем» №5181-90, але, відповідно до розпорядження Кабінету Міністрів України №94-р від 20 січня 2016 року, вони були скасовані. Особливу увагу слід приділити атестації робочих місць на підставі «Гігієнічної класифікації умов праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу».

Саме неможливість точно оцінити, наскільки виробники притримуються існуючих стандартів як в українських, так і в закордонних реаліях, не дозволяє повноцінно проаналізувати вплив умов праці на здоров'я робітників «напівпровідникової» галузі. До того ж не всі використовувані хімічні речовини контролюються, а кількість випадків прояву характерних професійних захворювань, таких як рак, захворювання дихальних шляхів, шкірні захворювання, значно зменшилася з часом.

А це значить, що питання залишається відкритим і потребує подальших досліджень з метою якщо не мінімізації потенційно негативного впливу, то принаймні його безперервного моніторингу.

Література

1. Багато переживань, але недостатньо наукового підґрунтя щодо впливу напівпровідникової індустрії на здоров'я [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3342533/>.
2. Безпека в напівпровідниковій промисловості [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.ehstoday.com/industrial-hygiene/safety-semiconductor-industry>.
3. Виробництво кремнієвих приладів [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.osha.gov/SLTC/semiconductors/devicefab.html>.